COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

M. le **Président** rend compte à l'Académie des funérailles de M. Claude Bernard, dans les termes suivants :

« Les funérailles de M. Claude Bernard ont été célébrées samedi dernier, 16 février, dans l'église de Saint-Sulpice, en présence d'une assistance très-nombreuse. Grâce à la libéralité des pouvoirs publics, il a été possible de ne rien négliger de ce qui pouvait rehausser l'éclat de la triste cérémonie. Les honneurs rendus à notre regretté confrère ont été tels que l'Académie pouvait le souhaiter.

» Le corps a été inhumé au cimetière du Père-Lachaise, où les discours suivants ont été prononcés :

» M. Dumas a parlé au nom de M. le Ministre et du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

» M. Mézières, au nom de l'Académie française.

» M. Bouillaud, au nom de l'Académie des Sciences.

» M. Vulpian, » »

» M. Laboulaye, au nom du Collége de France.

» M. Bert, au nom de la Faculté des Sciences.

» M. Gervais, au nom du Muséum.

» M. Moreau, au nom de l'Académie de Médecine.

» M. de Mont-Pallier, au nom de la Société de Biologie. »

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE, AUX FUNÉRAILLES DE M. CLAUDE BERNARD.

DISCOURS DE M. J.-B. DUMAS, AU NOM DU CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

« Messieurs,

» Le Conseil supérieur de l'Instruction publique réclame une large part du deuil qui frappe si douloureusement l'Université, l'Institut et la France. Lorsqu'on voit s'éteindre une des grandes lumières du pays, il perd toujours un des siens, et le Ministre éminent qui le préside a voulu que je vinsse en son nom déposer sur cette tombe l'expression de nos regrets.

» Claude Bernard, que nous pleurons, s'était placé par son rare génie et par ses brillantes découvertes à cette hauteur où l'on cesse d'appartenir exclusivement à une compagnie, et même à une nation, pour prendre rang dans le concert de la Science universelle; vivant, sa gloire avait franchi l'espace, elle était acclamée dans le monde entier; mort, elle bravera le temps et ses outrages.

» Après Lavoisier, Laplace, Bichat, Magendie, qui lui avaient ouvert la route, Claude Bernard a épuisé ses forces à son tour à l'étude du grand mystère de la vie, sans prétendre à pénétrer toutefois son origine et son essence. L'astronome ignore la cause de l'attraction universelle et n'en calcule pas moins avec certitude la marche des astres qu'elle soutient dans l'espace et dont elle dirige le cours. Claude Bernard avait jugé qu'il est permis de même au physiologiste d'expliquer les phénomènes de la vie au moyen de la Physique et de la Chimie qui exécutent, quoique la vie et la pensée, qui dirigent, demeurent hors de sa portée.

» La Physique animale n'était-elle pas fondée, en effet, dès que Lavoisier et Laplace eurent prouvé que la respiration est une combustion, source de la chaleur qui nous anime? Ce flambeau de la vie qui s'allume, cette flamme de la vie qui s'éteint, expressions poétiques heureuses de l'antiquité, ne devenaient-elles pas des vérités philosophiques, auxquelles il a été donné à Claude Bernard d'ajouter le dernier trait?

» L'Anatomie générale n'était-elle pas née, le jour où Bichat définissait la vie : l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort? Sans en révéler la secrète nature, n'apprenait-il pas à préciser les formes que la vie revêt dans

chacun des éléments dont se composent nos tissus, à considérer comme l'expression sensible de la vie ces mouvements de destruction et de rénovation dont ils sont le théâtre; leur arrêt, comme le signe certain de la mort?

» Magendie n'ouvrait-il pas, enfin, la route à la Physiologie expérimentale, devenue entre les mains de Claude Bernard, son élève, une science nouvelle? Empruntant à la Physique et à la Chimie ses instruments et ses méthodes, sans oublier que les forces dont elles disposent vont s'exercer sur des êtres doués de vie, n'est-ce pas Claude Bernard, qui l'a portée au rang des Sciences exactes et qui la laisse rivalisant de certitude et d'autorité avec celles qui opèrent sur la matière brute?

» Parmi tant de découvertes, auxquelles son nom demeure attaché, quelle merveille de sagacité et d'analyse que ce travail à jamais célèbre et depuis longtemps populaire où, donnant un corps certain à la pensée de Bichat, il fait voir dans le muscle qui se contracte, dans le nerf qui le met en mouvement, dans l'élément nerveux sensitif et dans l'élément nerveux moteur, autant de modes distincts de la vie, pouvant coexister, mais aussi pouvant mourir séparément et comme en détail!

» Quel physiologiste ne serait fier d'avoir découvert la véritable fonction du foie, problème qui, depuis l'antiquité la plus haute jusqu'à nos jours, avait excité, mais en vain, la curiosité de toutes les écoles médicales? Quel chimiste n'eût considéré comme un fleuron à sa couronne cette analyse hardie et savante par laquelle Claude Bernard découvre dans cet organe énigmatique une matière propre à se changer en sucre, un ferment capable d'en opérer la conversion, une source enfin qui verse sans cesse du sucre dans le sang?

» Mais je m'arrête, et je laisse à des voix plus autorisées le droit d'exposer dans toute leur fécondité les découvertes que nous devons à l'illustre physiologiste que nous venons de perdre.

» S'il était permis d'éteindre, tout à coup, les lumières que la Science de la vie emprunte aux travaux de Lavoisier, de Laplace, de Bichat, de Magendie et de Claude Bernard, l'esprit humain reculerait de dix siècles.

» Les phénomènes physiques de la vie n'ont plus d'inaccessibles secrets. Les problèmes qui s'y rapportent ont tous été abordés par Claude Bernard avec confiance, poursuivis avec obstination. Il en est peu qu'il n'ait résolus et dont il n'ait ramené la solution, à force de génie, à ces formules élégantes et simples où l'imagination du poëte se mêle à la rigueur de la Géométrie.

» La France perd en Claude Bernard un de ses fils les plus illustres, la Science un de ses représentants les plus respectés, nous tous un confrère aimé dont le commerce plein de charme et de douceur, après lui avoir acquis l'universelle sympathie, assure à sa mémoire un éternel regret.

» En ce moment où des coups répétés nous frappent, où nous perdons en quelques mois Brongniart, Balard, Le Verrier, Becquerel, Regnault, Claude Bernard, et quand la Science française, presque décapitée, a besoin de tourner vers l'avenir des regards d'espérance, les pouvoirs publics ont voulu que les honneurs réservés aux capitaines qui se sont illustrés en défendant la Patrie, aux politiques qui en ont dirigé les destinées à travers les écueils, fussent aussi rendus au génie de l'étude. Ce n'est pas en vain que ce grand spectacle aura été déployé en face de nos écoles. Une noble émulation, troublant les jeunes âmes qui le contemplent émues, ira réveiller leur ardeur, leur inspirer l'amour de la vérité, l'ambition de la gloire et le dédain de la fortune.

» Les forces morales de la France semblent menacées; préparons des successeurs à ces grands hommes, presque tous enlevés avant l'heure! Ouvrons la route à leurs émules, à ces génies naissants que nos vœux appellent et que réclament nos rangs décimés.

» Claude Bernard s'écriait, au souvenir des misères que tous les savants ses contemporains ont partagées : « L'étude de la Physiologie exige deux » choses, le génie qui ne se donne pas et les ressources matérielles qu'un » vote des pouvoirs publics suffirait à lui assurer. La Physiologie française » ne réclame que des moyens de travail : le génie qui les mettrait à profit ne » lui a jamais manqué. » Toutes les Sciences pourraient tenir le même langage.

» Adieu, Claude Bernard, vous que les honneurs ont toujours été chercher et qui n'en avez jamais réclamé aucun; votre cri suprême sera entendu par le Ministre de l'Instruction publique, qui vous accompagne à votre dernière demeure. La pompe inusitée de vos funérailles apprendra de quels respects il veut que les Sciences soient entourées. Votre vie laborieuse et modeste restera comme un salutaire exemple; votre mort, glorifiée de tout un peuple, comme un enseignement. Du sein de la vie éternelle, dont le secret vous a été révélé désormais, si votre modestie s'étonne des honneurs qui vous sont rendus, votre génie s'en reconnaît digne, et votre patriotisme les accepte comme une promesse et un gage de grandeur future pour la Science française. »

DISCOURS DE M. BOUILLAUD,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» Les morts célèbres semblent être un des signes de ces temps vraiment extraordinaires dont nous sommes témoins, et il faut avouer qu'elles se succèdent avec une effrayante rapidité. L'Académie des Sciences nous en fournit un grand et douloureux exemple. En quelques mois, en effet, elle a perdu quatre de ses plus illustres membres : les Le Verrier, les Becquerel, les Regnault et les Claude Bernard. Quelle riche et glorieuse proie pour cette impitoyable mort, qui d'une égale main frappe toutes les têtes, même celles que les plus sacrés lauriers environnent, impuissants contre les coups inopinés de sa foudre !

» Un mois s'est à peine écoulé que Claude Bernard, dans la plénitude de toutes ses forces, prenait encore à nos travaux la grande part qui lui était due, et le voilà prématurément descendu dans cette tombe, autour de laquelle se presse un immense cortége, plongé dans une profonde affliction, et tout étonné d'une perte si peu prévue et si difficile, hélas! à réparer! C'est ainsi que la Physiologie expérimentale a perdu son plus glorieux représentant, ce maître dont la renommée s'étendait aussi loin que le monde savant lui-même, et que toutes les nations enviaient à celle qui s'enorgueillissait de lui avoir donné le jour.

» Il serait trop long ici, je ne dis pas de résumer, mais seulement d'énumérer toutes les recherches dont Claude Bernard est l'auteur, puisqu'il n'est presque aucune partie de la Physiologie sur laquelle on ne trouve l'empreinte de féconde activité. Parmi celles où ce grand expérimentateur s'est signalé par les traits les plus éclatants, nous ne pourrions ne pas mentionner celles relatives aux nerfs vaso-moteurs, à l'action que le pancréas, au moyen de son suc, exerce sur la digestion des corps gras, et au rôle du foie dans la production du sucre.

» Ces dernières recherches surtout eurent un retentissement extraordinaire. Elles avaient pour sujet le viscère le plus volumineux, le plus massif, le plus énigmatique de tous ceux de l'économie, et déjà célèbre en quelque sorte sous plusieurs rapports, autres que celui sous lequel notre illustre confrère l'avait considéré. En effet, l'antique Physiologie en avait fait la source du sang; on y avait constaté une telle disposition de son système veineux et, partant, de la circulation du sang que contient ce système,

que la nature, en l'établissant, semble s'être jouée de ses propres lois; l'observation clinique, confirmée plus tard par l'expérimentation sur les animaux, avait démontré dans la bile sécrétée par ce viscère un pouvoir de ralentissement des battements du cœur et des artères, égal à celui dont jouit la digitale elle-même; on savait qu'il était l'un des principaux dépôts de certaines substances toxiques; mais il était réservé à Claude Bernard l'insigne honneur de nous découvrir que cet organe, sécréteur de l'humeur la plus amère de toutes celles du corps vivant, était en même temps le dépôt d'une matière plus douce que le miel lui-même, puisqu'elle n'est autre qu'une des espèces du sucre.

» Cette découverte constitue une sorte de révolution ou d'ère nouvelle dans l'histoire de celles qui appartiennent à la Physiologie spéciale. Aussi était-ce la conquête favorite de notre savant confrère; et, dans le cours de la précédente année, il en avait encore entretenu l'Académie, ainsi que de la *glycémie*, qui s'y rattache de la manière la plus directe et la plus intime. Ajoutons que, parmi les organes dans lesquels Claude Bernard avait étudié la température du sang, le foie était aussi celui qui lui avait fourni les résultats les plus curieux.

» Tant et de si beaux travaux ne s'accomplirent pas sans que l'auteur en reçût le prix. L'Académie des Sciences leur décerna l'une des plus brillantes couronnes, et, plus tard, il fut Membre à la fois de cette Académie et de l'Académie française, Membre de l'Académie de Médecine, professeur au Collége de France et au Muséum d'Histoire naturelle, commandeur de la Légion d'honneur et enfin sénateur.

» Il lui était permis d'espérer qu'il jouirait, pendant de longues années encore, de tous ces nobles biens, si dignement, si justement acquis, et que de nouvelles découvertes étaient réservées à ses efforts sans cesse renaissants. Mais, hélas! ces heureuses espérances, fragiles comme tant d'autres, ne devaient pas se réaliser : une impatiente mort ne le leur a pas permis!

» Ce n'est pas assez pour la patrie que d'avoir honoré pendant leur vie ses hommes supérieurs. Elle doit honorer aussi leurs cendres, et se montrer fière de ce suprême témoignage de sa reconnaissance. La généreuse et libérale France est d'ailleurs, en quelque sorte, la terre natale de ce beau sentiment. Aussi le Gouvernement, grâces lui en soient rendues, jaloux de veiller à ce que, de sa part, rien ne manquât à la gloire de Claude Bernard, a-t-il voulu que les funérailles de celui qui avait si bien mérité de sa patrie fussent célébrées aux frais de l'État.

» Lorsque, au commencement de ce siècle, mourut, à l'âge de trente et un ans, ce Bichat qui, dans l'espace de six à sept années, avait jeté les fondements d'une Physiologie et d'une Pathologie nouvelles, le premier consul fit élever en son honneur et en celui de Desault, son illustre maître, un marbre dans le vestibule de l'ancien Hôtel-Dieu. Plus tard, comme couronnement de l'œuvre du premier consul, la France érigeait au glorieux auteur de l'*Anatomie générale* une double statue, l'une dans sa terre natale, l'autre dans l'enceinte de l'École de Médecine de Paris.

» Le moment n'est pas éloigné, sans doute, où des monuments de marbre et d'airain seront également décernés à Claude Bernard, pour transmettre sa mémoire aux siècles à venir. Toutefois, pour des Bichat et des Claude Bernard, de tels monuments eux-mêmes sont moins durables que ceux dont leur génie a été l'immortel ouvrier.

» Et maintenant, est-ce tout que ces récompenses superbes et ces magnifiques funérailles dont le prince de la moderne Physiologie expérimentale, que nous pleurons, a été l'objet ? Non, il faut l'espérer. Mais il n'appartient qu'à Dieu, le rémunérateur souverain, de faire encore plus pour vous, ô Claude Bernard, dans le monde éternel où vous êtes entré, et où nous vous adressons nos suprêmes adieux. »

DISCOURS DE M. VULPIAN,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» L'Académie des Sciences, si éprouvée, il y a quelques jours à peine, par le décès de deux de ses Membres les plus célèbres, M. Antoine-César Becquerel et M. Victor Regnault, vient encore d'être cruellement frappée. Le plus illustre physiologiste de notre époque, M. Claude Bernard, est mort dimanche dernier, 10 février 1878, à l'âge de soixante-quatre ans.

» L'émotion qu'a provoquée cette mort dans tous les rangs de la société, l'empressement des pouvoirs publics à rendre un solennel hommage à la mémoire de M. Claude Bernard, l'unanimité avec laquelle cet hommage a été rendu, le concours d'une foule attristée à ces funérailles, tout atteste combien est grande la perte que nous venons de subir.

» L'Académie des Sciences m'a désigné pour adresser en son nom un suprême adieu à M. Claude Bernard : triste tâche que j'ai dû accepter et que je ne puis accomplir d'une façon digne du corps savant dont je suis

l'interprète qu'après avoir essayé de mesurer la profondeur du vide que la mort vient de creuser parmi nous!

» M. Claude Bernard, né à Saint-Julien, près de Villefranche, le 12 juillet 1813, vint à Paris vers 1834 pour se livrer à l'étude de la Médecine et de la Chirurgie, et, nommé interne des hôpitaux en 1839, il retourna dans le service auquel il avait déjà été attaché comme externe, le service de Magendie, à l'Hôtel-Dieu. C'est en assistant aux leçons de ce célèbre physiologiste, au Collége de France, qu'il découvrit sa véritable vocation.

» Au lieu des cours didactiques de Physiologie qu'il avait suivis jusque-là, il voyait, au Collége de France, un professeur faire des expériences devant ses auditeurs, non-seulement pour confirmer des données déjà acquises, mais encore, et le plus souvent, pour étudier des problèmes restés sans solution. Au lieu de la Physiologie racontée, c'était la Physiologie animée, vivante, parlante; c'était l'expérience elle-même saisissant avec force l'attention des assistants et imposant à leur mémoire des souvenirs ineffaçables; c'était, en outre, une série de découvertes pleines d'intérêt, naissant pour ainsi dire sous les yeux des élèves.

» L'effet de telles leçons fut décisif. M. Claude Bernard se sentit expérimentateur. Il entra comme aide bénévole dans le laboratoire de Magendie. Dès la seconde année de son internat, il devenait son préparateur attitré. A dater de cette époque, M. Claude Bernard se consacra tout entier aux recherches de Physiologie, si ce n'est dans un moment de découragement où la carrière scientifique lui parut ne jamais devoir s'ouvrir devant lui et où il revint à la Chirurgie.

» Un Mémoire publié en 1843, sous le titre de *Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde du tympan*, et sa thèse inaugurale pour le doctorat en Médecine, soutenue en 1843, et intitulée : *Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition*, sont ses premières publications. Depuis lors, M. Claude Bernard travaille sans relâche; les découvertes succèdent aux découvertes : la célébrité ne tarde pas à s'attacher au nom d'un tel physiologiste. Il supplée d'abord son maître, Magendie, au Collége de France. En 1854, il est nommé professeur à la Faculté des Sciences dans une chaire de Physiologie créée pour lui; la même année, il est nommé Membre de l'Académie des Sciences à la place devenue vacante par suite du décès du chirurgien Roux; l'année suivante, il est appelé à remplacer Magendie dans la chaire du Collége de France. En 1868, il quitte la Faculté des Sciences pour occuper au Muséum la chaire de Flourens, et, la même année, il le

remplace aussi à l'Académie française. La plupart des Sociétés et des Académies étrangères se hâtent de l'admettre au nombre de leurs associés. Il est nommé sénateur, commandeur de la Légion d'honneur, membre de divers ordres étrangers; mais je n'insiste pas sur ces titres extra-scientifiques : il a été de ceux qui honorent les distinctions honorifiques qu'ils consentent à accepter.

» Parvenu aux situations les plus enviées, il travaille avec la même ardeur que lors de ses débuts, et, chaque année, il fait connaître les résultats de ses infatigables expérimentations. Il y a quelques mois, il lisait à l'Académie des Sciences une série de Mémoires des plus intéressants sur la glycogénie animale, et, au moment où la maladie est venue le surprendre, il poursuivait de nouvelles recherches. Il meurt donc, on peut le dire, en pleine activité de production scientifique, et, au milieu de notre tristesse et de nos regrets, nous sommes obsédés de la douloureuse pensée que la mort détruit probablement d'importantes découvertes qu'il n'eût pas tardé à nous communiquer.

» Ce n'est pas ici le lieu de rappeler tous les travaux de M. Claude Bernard. Il faut me borner à mettre en saillie ses découvertes principales et à marquer l'influence qu'il a exercée sur la Physiologie et sur la Médecine.

» Au premier rang de ses travaux se place la série de ses admirables investigations sur la formation du sucre chez les animaux. Ce sont là des recherches qui feront époque dans la Science. Non-seulement elles nous ont dévoilé un phénomène absolument inconnu jusque-là, la production du sucre par le foie chez tous les animaux, mais encore elles ont éclairé d'une vive lumière le mécanisme de l'influence qu'exerce le système nerveux sur la nutrition intime; en outre, elles ont été le point de départ d'une nouvelle théorie du diabète. Depuis l'époque (1849) où M. Claude Bernard faisait, à la Société de Biologie, sa première Communication sur la formation du sucre dans le foie, jusqu'à l'année dernière pendant laquelle il nous donnait lecture de nouvelles recherches sur la glycogénie, il n'a cessé de s'occuper de cette grande question; et l'on peut dire que tout ce que nous connaissons d'important sur elle, nous le lui devons entièrement. Après avoir trouvé que le foie forme du sucre aux dépens du sang qui le traverse et quel que soit le régime de l'animal, il montre que ce sucre est le résultat de la métamorphose d'une substance amyloïde dont il constate le premier la présence dans l'organe hépatique, substance qui se produit dans les cellules propres du foie et à laquelle il donne le nom de *matière glycogène*. Il fait voir ensuite que la quantité de sucre fournie

par le foie au sang des veines hépatiques varie suivant que l'animal est en état de santé ou en état de maladie. Il découvre que la piqûre d'un point particulier du bulbe rachidien exerce une telle influence sur la formation du sucre par le foie, que le sang, chargé d'une trop grande quantité de ce principe, le laisse échapper par les reins et que l'animal devient diabétique. Cette découverte tout à fait imprévue excite dans le monde savant un profond étonnement, qui fait bientôt place à l'admiration lorsque le fait annoncé par le physiologiste français est confirmé par tous les expérimentateurs. Par une suite de recherches d'une prodigieuse sagacité, il montre par quelles voies les lésions du bulbe rachidien dont il vient d'indiquer les effets vont agir sur la glycogénie hépatique. Jamais regard plus pénétrant n'avait plongé dans les profondeurs de la nutrition intime.

» Il va plus loin encore; comme je l'indiquais tout à l'heure, il tire lui-même de ses découvertes les conséquences qui s'appliquent à la Médecine. Il édifie une nouvelle théorie du diabète. Pour lui, cette maladie est due essentiellement à un trouble des fonctions du foie, à une exagération de la production de matière glycogène et à une suractivité parallèle de la métamorphose de cette matière en sucre. Ce trouble a le plus souvent pour cause une altération du fonctionnement du système nerveux central. Cette théorie de M. Claude Bernard devient le point de départ de recherches pathologiques des plus intéressantes, et, aujourd'hui, après des discussions approfondies, elle semble sur le point de triompher de la résistance de ses contradicteurs.

» A côté de ce grand travail, et au même rang pour le moins, la postérité placera les recherches de M. Claude Bernard sur le grand sympathique et sur l'innervation des vaisseaux. Avant ces recherches, on ne connaissait presque rien de l'action du système nerveux sur la production de la chaleur animale.

» En 1851, M. Claude Bernard publie ses premières expériences relatives à l'*influence du grand sympathique sur la sensibilité et la calorification.* Il fait voir que la section du cordon cervical du grand sympathique, d'un côté, détermine, en même temps qu'une congestion de toute la moitié correspondante de la face, une augmentation considérable de la chaleur dans cette même région.

» Dans aucun des travaux de M. Claude Bernard ne se montre peut-être avec plus de netteté l'instinct de découverte, la sagacité inventive dont il était si richement doué. De nombreux physiologistes n'avaient-ils pas sectionné le cordon cervical du grand sympathique, depuis l'époque où Pourfour du

Petit avait montré que cette opération produit un resserrement de la pupille du côté correspondant? Eh bien, aucun d'eux n'avait aperçu que cette section détermine aussi une élévation de température dans les parties innervées par le cordon coupé. M. Claude Bernard a été le premier à démêler ce phénomène si remarquable. Il nous apprenait ainsi que le système nerveux influe d'une façon puissante sur la chaleur des diverses parties de l'organisme. Du même coup il découvrait l'influence de ce système sur les vaisseaux.

» En montrant que la section du cordon cervical sympathique provoque une congestion de toutes les parties auxquelles se distribuent les fibres nerveuses de ce cordon, il a ouvert la voie. Peu de mois après, pendant qu'il arrivait de son côté à trouver le véritable mécanisme de cette congestion, M. Brown-Séquard y parvenait en Amérique et publiait le premier que les résultats de cette expérience, la congestion et l'augmentation de chaleur, sont dus à une paralysie de la tunique musculaire des vaisseaux. L'existence des nerfs vaso-moteurs était désormais hors de doute. M. Claude Bernard poursuivant, comme il l'a toujours fait, les conséquences de cette découverte, enseignait aux physiologistes et aux médecins ce qu'est le rôle physiologique dévolu à ces nerfs et l'importance de ce rôle. Le cœur, organe central de la circulation, lance le sang dans les artères, et ce sang, sans cesse poussé par de nouvelles ondées cardiaques, revient au cœur par les veines. Le mouvement du sang aurait les mêmes caractères dans tous les capillaires du corps si les vaisseaux qui le conduisent à ces capillaires étaient partout inertes, mais il n'en est pas ainsi. Grâce aux nerfs vaso-moteurs, les vaisseaux munis d'une tunique musculaire peuvent se resserrer ou se paralyser : ces modifications peuvent se produire ici et non là ; il peut y avoir congestion ou anémie dans un organe, pendant que la circulation ne subit aucun changement dans les autres parties. La face peut rougir ou pâlir sous l'influence des émotions, sans que le reste de l'appareil circulatoire soit notablement affecté ; la membrane muqueuse de l'estomac peut se congestionner d'une façon pour ainsi dire isolée, lors de la digestion, pour fournir aux besoins de la sécrétion du suc gastrique et revenir ensuite à l'état normal ; le cerveau lui-même, dans les moments d'activité intellectuelle, peut devenir le siége d'une irrigation sanguine plus abondante, sans qu'il en résulte un trouble notable pour le reste de la circulation ; il peut en être ainsi de tous les organes. Ce sont là des phénomènes dont le mécanisme n'a plus de secrets pour nous depuis les travaux de M. Claude Bernard.

» Mais ce n'est pas tout : il était réservé à M. Claude Bernard de faire encore, relativement à la physiologie des nerfs vaso-moteurs, une découverte sinon plus importante, assurément plus inattendue que celle dont je viens de dire quelques mots.

» Les nerfs vaso-moteurs qui modifient le calibre des vaisseaux, en produisant un resserrement de leur tunique contractile ou en cessant d'agir sur cette tunique, ne sont point les seuls qui exercent une influence sur ces canaux. M. Claude Bernard a trouvé qu'il existe d'autres nerfs qui, lorsqu'ils sont soumis à une excitation fonctionnelle ou expérimentale, agissent aussi sur les vaisseaux, mais y déterminent alors une dilatation. Ce sont des nerfs *vaso-dilatateurs*, comme on les a appelés, par opposition aux nerfs dont l'excitation provoque une constriction vasculaire, et que l'on a nommés *vaso-constricteurs*.

» C'est en poursuivant des recherches du plus haut intérêt sur la physiologie des glandes salivaires que M. Claude Bernard a été conduit à cette remarquable découverte. Comme M. Ludwig, et sans connaître ses travaux, M. Claude Bernard avait constaté que l'électrisation de la corde du tympan détermine une exagération de la sécrétion de la glande sous-maxillaire; mais il reconnut, ce qui avait échappé au physiologiste de Leipzig, que cette électrisation produit en même temps une dilatation considérable des vaisseaux de la glande. Ces nerfs vaso-dilatateurs, véritables *nerfs d'arrêt*, n'ont encore été trouvés que dans un petit nombre de régions : peut-être, comme l'a pensé M. Claude Bernard, existent-ils partout et jouent-ils un rôle considérable dans l'état de santé et dans l'état de maladie.

» Les études de M. Claude Bernard sur les glandes salivaires ont été fructueuses pour la Science ; je ne signalerai ici, parmi les autres faits qu'il a découverts dans le cours de ces études, que les actions réflexes qui s'effectuent dans le ganglion sous-maxillaire séparé des centres nerveux céphalo-rachidiens. Il a donné ainsi, et pour la première fois, la démonstration de l'autonomie physiologique si contestée du système nerveux sympathique.

» Une autre glande, le pancréas, avait aussi attiré son attention au début de sa carrière. On n'avait alors que des idées fort incomplètes sur la physiologie du pancréas ; une des propriétés les plus remarquables du suc pancréatique avait échappé à peu près entièrement aux investigations des expérimentateurs : je veux parler de son action sur les matières grasses. M. Claude Bernard fit voir que, de tous les fluides qui entrent en contact avec les aliments dans le canal digestif, le suc pancréatique est celui qui

exerce l'action la plus puissante sur les matières grasses, pour les émulsionner et les mettre à même d'être absorbées.

» Dans un ordre très-différent de recherches, M. Claude Bernard, bien que précédé par de célèbres physiologistes, par Magendie, par Flourens, a été encore un véritable initiateur. Je veux parler de ses belles recherches sur les substances toxiques et médicamenteuses. C'est à lui, en effet, que nous devons les vraies méthodes à l'aide desquelles on étudie l'action physiologique de ces substances et, par les découvertes les plus brillantes, il nous a fait voir tout le parti qu'on peut tirer de ces méthodes. Par une suite d'expériences décisives, il nous montre que le curare abolit les mouvements volontaires, en paralysant les extrémités périphériques des nerfs moteurs, tout en respectant les centres nerveux, les muscles et les nerfs sensitifs. D'autre part, il nous apprend que l'oxyde de carbone tue les animaux vertébrés par asphyxie en se fixant dans les globules rouges du sang, en y prenant la place de l'oxygène et en les rendant impropres à toute absorption nouvelle de ce gaz. Enfin, pour ne parler que des faits principaux, je dois rappeler ses mémorables études sur les alcaloïdes de l'opium et sur les anesthésiques.

» J'ai cherché à mettre en saillie les découvertes les plus importantes de M. Claude Bernard; mais que d'autres travaux ne faudrait-il pas analyser pour rappeler tous les services qu'il a rendus à la Science! Je me borne à citer ses recherches sur le nerf pneumogastrique, sur le nerf spinal, sur le nerf trijumeau, sur le nerf oculo-moteur commun, sur la corde du tympan, sur le nerf facial, recherches dans le cours desquelles il imagine de nouveaux procédés d'expérimentation, tels que l'arrachement des nerfs, la section de la corde du tympan dans la caisse tympanique, procédés qui portent aujourd'hui son nom. Je ne puis malheureusement aussi que mentionner ses études sur la sensibilité récurrente et sur les conditions, si intéressantes au point de vue de la Physiologie générale, qui font varier ce phénomène. Je me contenterai encore d'énumérer ses recherches sur la pression du sang, sur les gaz du sang, sur les variations de couleur de ce fluide suivant l'état d'inertie ou d'activité fonctionnelle des organes qu'il traverse (glandes, muscles); sur les variations de la température des parties dans les mêmes conditions opposées de repos ou de fonctionnement, sur la différence de température entre le sang du ventricule droit du cœur et le sang du ventricule gauche chez les Mammifères; sur l'élimination élective, par les glandes, des substances introduites dans l'économie, ou de celles qui s'accumulent dans le sang sous l'influence de certains états morbides

(sucre diabétique, matière colorante de la bile); sur les caractères spéciaux et le rôle particulier de la salive de chaque glande salivaire; sur l'influence des centres nerveux sur la sécrétion de la salive; sur la sécrétion et l'action du suc gastrique et du suc intestinal; sur les modifications des sécrétions de l'estomac et de l'intestin, après l'ablation des reins; sur l'albuminurie produite par les lésions du système nerveux; sur la composition de l'urine du fœtus; sur les phénomènes électriques qui se manifestent dans les nerfs et les muscles; sur la comparaison des actes de la nutrition intime chez les animaux et les végétaux, etc.

» En un mot, il n'est presque aucune partie de la Physiologie dans laquelle M. Claude Bernard n'ait profondément marqué sa trace par des découvertes du plus haut intérêt.

» Aussi l'influence de M. Claude Bernard sur la Physiologie a-t-elle été immense. On peut dire, sans exagération, que, depuis près de trente années, la plupart des recherches physiologiques qui ont été publiées dans le monde savant n'ont été que des développements ou des déductions plus ou moins directes de ses propres travaux. A ce titre, il a été véritablement, dans le grand sens du mot, le maître de presque tous les physiologistes de son temps.

» Son influence sur la Médecine n'a pas été moins grande. D'innombrables travaux de Pathologie ont été inspirés par ses recherches physiologiques. Du reste, il avait encore, dans cette direction, montré lui-même le chemin. Par sa théorie du diabète, par ses recherches sur l'urémie, sur les congestions, sur l'inflammation, sur la fièvre, il indiquait comment les progrès de la Physiologie peuvent servir à ceux de la Médecine. Ses travaux ont réellement transformé sur bien des points la partie scientifique de la Médecine; son nom se trouve invoqué dans l'histoire d'un grand nombre de maladies par les théories qui ont pour but, soit d'expliquer le mode d'action des causes morbides, soit de trouver la raison physiologique des symptômes. La Thérapeutique elle-même a subi l'influence de ses travaux. Les médicaments ont été, pour la plupart, soumis à de nouvelles études, calquées sur ses propres recherches; la Thérapeutique a pu enfin s'efforcer de mériter le titre de rationnelle auquel elle n'avait aucun droit jusque-là. De tels services ne sauraient être méconnus; aussi la Médecine, qui a toujours considéré M. Claude Bernard comme un des siens, comme une de ses lumières les plus éclatantes, regarde-t-elle sa mort comme le plus grand deuil qui puisse l'affliger.

» Parlerai-je des ouvrages de M. Claude Bernard, de ses livres, où se

trouvent reproduites ses leçons du Collége de France et du Muséum d'Histoire naturelle ; de son *Rapport sur les progrès de la Physiologie en France*, publié en 1867, à l'occasion de l'Exposition universelle ? Que pourrais-je en dire que vous ne sachiez tous? Ces livres sont entre les mains de tous les physiologistes et de tous les médecins. Ce sont, dans leur genre, des modèles achevés. Outre les découvertes originales dont ils contiennent la relation détaillée, on y trouve, presque à chaque page, des aperçus ingénieux, des vues nouvelles, d'importantes applications. On y assiste à l'évolution des recherches du maître, depuis le premier germe jusqu'à leur complet développement, et, tout en y puisant ainsi le goût des investigations personnelles, on y apprend à travailler par soi-même.

» Enfin, après avoir parlé du savant illustre, ne dois-je pas dire un mot de l'homme ? N'est-ce pas un devoir, et le plus doux des devoirs, de rappeler que ce physiologiste de génie fut en même temps le meilleur des hommes? La simplicité de ses manières, son affabilité, la sûreté de ses relations, tout attirait vers lui et le faisait aimer. Dépourvu de vanité, il savait mieux que personne rendre justice au mérite d'autrui, et il était toujours prêt à tendre la main aux jeunes savants pour les aider à gravir les degrés difficiles qui mènent aux positions officielles.

» Tels sont les titres de M. Claude Bernard à l'admiration du monde savant et à la reconnaissance du pays. La postérité le placera au nombre des grands hommes auxquels la Physiologie doit ses progrès les plus considérables, et son nom rayonnera ainsi à côté de ceux de Harvey, de Haller, de Lavoisier, de Bichat, de Charles Bell, de Flourens et de Magendie.

» Au nom de l'Académie des Sciences, cher et illustre maître, je vous dis adieu! »

DISCOURS DE M. P. GERVAIS,

AU NOM DU MUSÉUM.

« MESSIEURS,

» Lorsqu'un de nos collègues vient à être enlevé aux Sciences après avoir consacré sa vie à leurs progrès, une double préoccupation s'empare de notre esprit. Nous cherchons à constater dans son ensemble le résultat de ses efforts; nous nous demandons en même temps quels services on pouvait encore attendre de lui. Le pays a devancé, en ce qui concerne M. Claude Bernard, cette pieuse curiosité. Avant que sa tombe fût entr'ouverte, à la première annonce de la maladie qui menaçait de le ravir à notre

affection et à nos espérances, il en a pris spontanément l'initiative, bien persuadé que tout ce qu'il avait appris depuis longtemps à l'égard de l'illustre savant était fondé et cherchant à se préparer par un nouvel hommage rendu à tant de travaux utiles au coup fatal qui allait le frapper. La France s'est alors rappelée que ce maître de la Physiologie moderne avait plus qu'aucun autre contribué à la transformation de la branche des connaissances humaines à laquelle il avait voué sa carrière. Elle a songé aux applications utiles à l'art de guérir qui était la conséquence de ses découvertes; elle a apprécié la modestie et la loyauté de son caractère, et ce n'est pas sans émotion qu'elle a su de quelle vénération il avait toujours entouré la mémoire de Magendie, son maître dans l'art difficile de l'expérimentation et son prédécesseur dans la chaire du Collége de France qu'ils ont l'un et l'autre illustrée.

» Appelé à rendre, au nom du Muséum d'Histoire naturelle, un dernier et solennel hommage à l'homme de bien que nous conduisons à sa dernière demeure, je devrais exposer devant vous, si sa grande renommée ne m'en épargnait le soin, les principales phases de sa carrière scientifique et attirer plus spécialement votre respectueuse attention sur l'immense influence qu'il a exercée, soit sur nos connaissances relatives aux fonctions des êtres vivants, soit sur la Médecine, cet art autrefois considéré comme divin, qui cherche à nous ramener à la santé quand il n'a pas réussi à nous y maintenir. Mais que pourrais-je vous dire que vous ne sachiez déjà; et, d'ailleurs, suis-je suffisamment compétent pour vous indiquer tout ce qui appartient dans la Science actuelle à notre illustre et vénéré collègue et vous en indiquer la portée? D'autres l'ont déjà fait ou le feront mieux que je ne le pourrais moi-même, et une longue étude des œuvres de M. Claude Bernard devra être accomplie, ce qui demandera un temps considérable et une aptitude spéciale, si l'on veut caractériser d'une manière suffisamment exacte le rôle qu'il a tenu parmi ses contemporains et la part de gloire qui lui revient. Permettez-moi, cependant, de vous rappeler en quelques mots les traits caractéristiques de la carrière de notre grand physiologiste, afin de vous mettre à même d'apprécier l'étendue de la perte que la Science vient de faire en lui.

» L'école moderne, à la fondation de laquelle M. Claude Bernard a si puissamment contribué, a pris pour principal guide dans ses recherches l'expérimentation. Elle établit que les phénomènes même les plus compliqués de la vie peuvent être expliqués ou, tout au moins, singulièrement élucidés par l'emploi des procédés d'analyse qui guident les physiciens et

les chimistes dans leurs travaux relatifs aux corps inorganiques ou aux matériaux dont ceux-ci sont formés, et que les notions jusqu'à ce jour acceptées par les physiologistes doivent être soumises à ce contrôle. Ces moyens d'analyse s'appliquent aux actes vitaux les plus complexes comme aux plus simples, et l'on ne doit pas craindre, dans certains cas, de pousser jusqu'à l'empirisme cette méthode à la fois sévère et féconde en résultats.

» M. Claude Bernard, guidé par ces inspirations hardies, a successivement abordé presque tous les grands appareils physiologiques du jeu desquels résulte la vie des animaux les plus parfaits, et il est parvenu à jeter sur la plupart d'entre eux un jour nouveau. Les résultats de ses démonstrations ont eu, dans un grand nombre de cas, des applications immédiates dont la Thérapeutique a profité.

» Pour établir les conditions de la nutrition, ce célèbre professeur a mis successivement en expérience les produits des glandes salivaires, afin de constater les effets respectifs de la sécrétion de chacune de ces glandes, les glandes stomacales, qui fournissent le suc gastrique, le pancréas, enfin le foie, sécréteur de la bile.

» Ses recherches sur ce dernier organe l'ont conduit à reconnaître une fonction importante qui lui est propre, fonction qui était restée ignorée jusqu'à lui. Il a trouvé et démontré, après de longues et savantes études, que c'est dans le foie que se produit la matière sucrée appelée *glycose*, qui a une part si active dans les phénomènes de la nutrition respiratoire. Ce sujet délicat a été pendant nombre d'années l'objet de ses préoccupations; après s'en être occupé pour la première fois en 1849, il faisait encore l'an dernier, sur la glycogénie, une communication devant l'Académie des Sciences, émerveillée de l'habileté avec laquelle il avait réussi à se procurer, dans les parties les plus profondes du corps des animaux mis par lui en expérience, les quantités de sang inégalement riche en principe sucré suivant les différents points explorés, dont l'analyse devait servir de base à sa démonstration.

» On comprendra l'importance qu'il attachait à ces recherches, si l'on se rappelle que le sucre dont le sang se charge dans le foie exerce sur la santé une influence considérable, suivant qu'il est employé dans les actes de la nutrition, comme agent de respiration, ou que, les produits auxquels il devrait donner lieu ne se formant que d'une manière incomplète, son excédant est, au contraire, rejeté par une autre voie, mais en conservant alors sa nature chimique, au lieu de servir aux phénomènes vitaux.

» Qui pourrait, après de pareils résultats, contester l'utilité des vivisec-

tions et de l'étude expérimentale des animaux, et dénier à la Science, comme on a essayé de le faire, le droit de poursuivre de semblables recherches? Faudra-t-il alléguer en leur faveur les indications qu'elles fournissent aussi à la Médecine vétérinaire, laquelle protége surtout nos intérêts agricoles? Non, car, devant cette tombe, il suffira d'invoquer les seuls intérêts de l'humanité.

» C'est également en se laissant guider par la méthode expérimentale, et par elle seulement, que M. Claude Bernard a abordé les autres points de la Physiologie dont la nature de son enseignement lui recommandait la démonstration, par exemple : l'examen du rôle dévolu au système nerveux de la vie animale et à celui de la vie organique; l'intervention respective de ces deux systèmes dans les propriétés des éléments histologiques; la participation du second aux phénomènes vaso-moteurs; celle qu'il a dans les sécrétions; la nature des liquides de l'organisme et leur usage; enfin, l'action des poisons sur l'économie et les conclusions que l'on peut tirer des expériences faites à l'aide des substances toxiques, relativement au mode d'action des différents tissus ou à l'emploi de ces substances dans certaines maladies.

» M. Claude Bernard ne s'est adjoint qu'un petit nombre de collaborateurs, parmi lesquels on doit citer de préférence deux chimistes d'une valeur considérable, Pelouze et Barreswil.

» Tous ses travaux, et nous n'avons pu énumérer que les principaux, témoignent d'une grande rectitude de jugement; on reconnaît au premier abord avec quel soin ils ont été conduits. Il a lui-même formulé le principe qui lui a servi de guide. Ce principe, auquel il donne le nom de *déterminisme*, avait déjà été entrevu par Leibnitz. On doit y voir l'expression des causes multiples qui interviennent dans la production des actes propres aux êtres organisés et celle de la subordination de ces actes les uns par rapport aux autres.

» Après avoir professé pendant longtemps au Collége de France et à la Faculté des Sciences, M. Claude Bernard quitta le second de ces établissements pour entrer au Muséum, où il vint occuper la chaire de Physiologie, chaire, fondée pour Frédéric Cuvier, que la mort de M. Flourens venait de rendre une seconde fois vacante. Placé ainsi en face de nouveaux problèmes biologiques, il ne s'effraya pas des difficultés qu'ils lui présentaient, et, habitué qu'il était aux luttes de la Science, il ne craignit pas de les aborder par leurs côtés les plus difficiles. Il eut recours à son procédé ordinaire, l'expérimentation, mais en lui associant dès lors l'examen des

animaux et des végétaux, envisagés en tant qu'êtres organisés, et il reconnut, avec les naturalistes, que la série des êtres vivants, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués, est une sorte d'expérience toute faite, capable de confirmer celles auxquelles les moyens qu'il avait employés jusqu'alors peuvent conduire ou, dans certains cas, d'autoriser à les contredire. Il s'occupa donc des classes les moins parfaites de l'un et de l'autre règne, au lieu de s'en tenir aux animaux supérieurs, comme il avait dû le faire jusqu'alors. L'homme avait été, dans la première partie de sa carrière scientifique, le but principal de ses efforts; ainsi préparé, il voulait faire pour l'Histoire naturelle ce qu'il avait fait au Collége de France pour la Physiologie humaine et la Médecine, et il conçut le plan d'un ouvrage nouveau, auquel il donna pour titre : *Muséum d'Histoire naturelle, Cours de Physiologie générale.*

» Le premier volume de cet ouvrage était en voie d'impression lorsque M. Claude Bernard est tombé malade ; mais l'auteur en avait déjà corrigé les premières feuilles. Espérons que cette importante publication verra également le jour, et qu'ainsi se trouvera complétée l'œuvre du grand physiologiste : les progrès de la Science et la gloire de notre pays y sont également intéressés. Quant aux doctrines mêmes et aux ingénieuses expériences qui ont illustré le nom de notre regretté confrère, elles ont déjà fait leurs preuves, soit en France, soit dans les Universités étrangères, et ses travaux sont devenus classiques à tous les degrés de l'enseignement des Sciences naturelles. Les disciples de M. Claude Bernard, dont plusieurs étaient devenus ses collègues, marcheront avec la même sûreté que lui dans la voie du progrès ; ils achèveront la rénovation de la branche importante des sciences dont il était, il y a quelques jours à peine, l'un des plus puissants réformateurs et l'un des plus autorisés représentants. C'est ainsi qu'ils continueront à constater les grandes lois qui président aux fonctions des êtres organisés, et la Physiologie, qui a rendu depuis Galien, Harvey et Haller tant de services à la Philosophie ainsi qu'à la Médecine, parviendra à expliquer les actes en apparence inexplicables dont l'organisme est le siége ; en même temps elle éclairera d'un jour nouveau les phénomènes de la nature et elle nous aidera à comprendre enfin ce qu'ils ont de plus mystérieux : la vie. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M. G.-B.* Airy), *et à l'Observatoire de Paris, pendant le quatrième trimestre de l'année* 1877; communiquées par M. **Yvon Villarceau.**

Dates 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
		(134) Sophrosyne.				
Oct. 1	h m s 10 22 41	h m s 23 5 39,32	s −77,83	° ′ ″ 92 29 58,1	″ +832,7	Paris.
		(90) Antiope.				
Oct. 1	10 26 15	23 9 13,45		99 6 53,7		Paris.
		(108) Hécube.				
Oct. 1	10 39 24	23 22 25,07	− 7,34	93 43 17,9	+ 63,4	Paris.
		(4) Vesta.				
Oct. 15	9 59 26	23 28 11,37	+ 0,78	105 18 32,2	− 4,2	Greenwich.
18	9 46 16	23 26 49,07	+ 0,82	105 18 1,7	− 6,4	Greenwich.
		(7) Iris (¹).				
Oct. 23	13 47 2	3 47 57,11	+ 5,29	63 30 39,9	− 7,0	Greenwich.
Nov. 13	12 9 28	3 32 55,44	+ 5,87	65 33 39,0	− 10,2	Greenwich.
16	11 55 1	3 30 15,22	+ 5,73	65 57 33,2	− 10,7	Greenwich.
20	11 35 47	3 26 44,85	+ 5,67	66 30 44,9	− 11,0	Greenwich.
22	11 26 14	3 25 2,94	+ 5,63	66 47 42,9	− 10,7	Greenwich.
28	10 48 38	3 20 21,11	+ 5,59	67 38 47,3	− 13,0	Paris.
Déc. 6	10 21 36	3 15 26,40	+ 5,26	68 44 9,6	− 11,5	Greenwich.
10	10 4 11	3 13 44,88	+ 4,97	69 13 58,2	− 11,6	Greenwich.
14	9 47 21	3 12 38,01	+ 4,85	69 41 11,5	− 10,2	Greenwich.
		(124) Alceste.				
Nov. 10	11 49 12	3 0 46,10	− 1,21	75 51 19,3	+ 9,2	Greenwich.
28	10 14 2	2 45 38,87		77 5 20,2		Paris.

(¹) Comparaison avec la circulaire n° 79 du *Berliner Jahrbuch.*

Dates 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(18) Melpomène.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 20	12 57 59	4 49 9,94	+ 7,70	88 1 11,1	— 5,3	Greenwich.
27	12 23 34	4 42 15,51	+ 7,67	88 11 35,4	— 6,0	Greenwich.
Déc. 6	11 39 9	4 33 11,59	+ 7,56	88 2 58,0	— 5,5	Greenwich.
7	11 34 15	4 32 13,51	+ 7,61	88 0 24,9	— 8,4	Greenwich.
12	11 10 0	4 27 36,94	+ 7,28	87 43 30,2	— 5,0	Greenwich.
13	11 5 12	4 26 45,22	+ 7,31	87 39 14,8	— 5,4	Greenwich.
14	11 0 26	4 25 54,71	+ 7,21	87 34 44,3	— 4,5	Greenwich.
17	10 46 16	4 23 32,12	+ 7,06	87 19 36,6	— 4,1	Greenwich.
20	10 23 2	4 21 24,10		87 1 18,9		Paris.
24	10 4 41	4 18 46,93		86 33 34,3		Paris.
			(62) Érato.			
Nov. 28	10 32 22	3 4 2,54	— 5,05	76 4 32,4	— 36,6	Paris.
			(31) Euphrosyne.			
Déc. 6	13 5 21	5 59 38,43	— 7,55	32 17 21,7	+ 13,8	Greenwich.
12	12 32 54	5 50 44,59	— 8,06	32 19 14,8	+ 6,2	Greenwich.
17	12 5 12	5 42 41,74	— 7,76	30 42 26,8	+ 14,7	Greenwich.
20	11 39 10	5 37 45,46	— 7,21	30 25 37,1	+ 17,5	Paris.
24	11 16 52	5 31 9,62	— 7,39	30 19 19,2	+ 19,9	Paris.
			(96) Églé (¹).			
Déc. 24	10 22 54	4 37 2,92		46 41 14,9		Paris.
			(101) Hélène (¹).			
Déc. 24	11 0 49	5 15 4,74	+12,71	51 27 28,6	+ 79,3	Paris.
			(37) Fidès.			
Déc. 24	11 57 52	6 12 16,81	—11,77	60 59 32,3	+ 1,4	Paris.
			(110) Lydie (¹).			
Déc. 24	12 0 55	6 15 19,88	— 4,66	61 7 8,4	— 45,4	Paris.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud, Folain et Leveau.

» Toutes les comparaisons, à l'exception de celles concernant Iris, se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. »

(¹) Il n'a pas été possible de s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite.**

« XXI. Après l'erpoloïde, je considère encore la courbe sphérique décrite par un point déterminé du corps pendant la rotation, et dont les équations sont

$$x = a\xi + b\eta + c\zeta,$$
$$y = a'\xi + b'\eta + c'\zeta,$$
$$z = a''\xi + b''\eta + c''\zeta.$$

Je remarquerai tout d'abord que les éléments géométriques, qui conservent la même valeur quand on passe d'un système de coordonnées rectangulaires à un autre quelconque, seront des fonctions doublement périodiques du temps. Si l'on pose, en effet,

$$D_t^n x = a\xi_n + b\eta_n + c\zeta_n,$$
$$D_t^n y = a'\xi_n + b'\eta_n + c'\zeta_n,$$
$$D_t^n z = a''\xi_n + b''\eta_n + c''\zeta_n,$$

les équations de Poisson donnent facilement

$$\xi_{n+1} = D_t\xi_n + q\zeta_n - r\eta_n,$$
$$\eta_{n+1} = D_t\eta_n + r\xi_n - p\zeta_n,$$
$$\zeta_{n+1} = D_t\zeta_n + p\eta_n - q\xi_n,$$

et ces relations permettent d'exprimer de proche en proche, pour toute valeur de n, les quantités ξ_n, η_n, ζ_n par des fonctions rationnelles et entières de a'', b'', c''. On trouvera, en particulier,

$$\xi_1 = b''\beta\zeta - c''\gamma\eta, \quad \eta_1 = c''\gamma\xi - a''\alpha\zeta, \quad \zeta_1 = a''\alpha\eta - b''\beta\xi,$$

et, en désignant par s l'arc de la courbe, nous aurons la formule

$$(D_t s)^2 = \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2.$$

On obtient ensuite, pour le rayon de courbure R et le rayon de torsion R_1, les expressions suivantes :

$$R^2 = \frac{(\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1)^3}{u^2 + v^2 + w^2}, \quad R_1 = \frac{u^2 + v^2 + w^2}{\Delta},$$

où j'ai fait, pour abréger,

$$u = \eta_1\zeta_2 - \zeta_1\eta_2, \quad v = \zeta_1\xi_2 - \zeta_2\xi_1, \quad w = \xi_1\eta_2 - \xi_2\eta_1$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 \\ \zeta_1 & \zeta_2 & \zeta_3 \end{vmatrix}.$$

C'est à l'élément de l'arc que je m'arrêterai un moment, afin de tirer quelques conséquences de la forme analytique remarquable que présente la quantité $\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2$. Nous avons, en effet, la relation

$$\xi\xi_1 + \eta\eta_1 + \zeta\zeta_1 = 0,$$

qui donne facilement

$$(\xi^2 + \zeta^2)(D_t s)^2 = (\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)\eta_1^2 + (\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1)^2,$$

et, par suite, cette décomposition en facteurs imaginaires conjugués, où j'écris, pour abréger, $\rho^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$,

$$(\xi^2 + \zeta^2)(D_t s)^2 = (\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 + i\rho\eta_1)(\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 - i\rho\eta_1).$$

Or les valeurs de a'', b'', c'', à savoir :

$$a'' = -\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}}\operatorname{cn} u, \quad b'' = \sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}\operatorname{sn} u, \quad c'' = \sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}\operatorname{dn} u,$$

conduisent à l'expression suivante :

$$\begin{aligned} \zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 + i\rho\eta_1 = \alpha & \sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}}(\xi\eta + i\rho\zeta)\operatorname{cn} u \\ & + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2 + \zeta^2)\operatorname{sn} u \\ & - \gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta - i\rho\xi)\operatorname{dn} u, \end{aligned}$$

et nous allons facilement en déduire les valeurs particulières des coordonnées ξ, η, ζ, pour lesquelles l'arc de la courbe sphérique, au lieu de dépendre d'une transcendante compliquée, s'obtient sous forme finie explicite. Je me fonderai, à cet effet, sur cette remarque que le produit des deux fonctions linéaires

$$\Pi(u) = (A \operatorname{cn} u + B \operatorname{sn} u + C \operatorname{dn} u)(A' \operatorname{cn} u + B' \operatorname{sn} u + C' \operatorname{dn} u)$$

devient le carré d'une fonction uniforme si l'on a

$$A^2 k'^2 + B^2 - C^2 k'^2 = 0, \quad A'^2 k'^2 + B'^2 - C'^2 k'^2 = 0.$$

A cet effet, j'observe que les formules

$$\operatorname{sn} 2u = \frac{2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

$$\operatorname{cn} 2u = \frac{1 - 2 \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

$$\operatorname{dn} 2u = \frac{1 - 2 k^2 \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u}$$

permettent d'écrire

$$\begin{aligned} &\mathrm{A} \operatorname{cn} 2u + \mathrm{B} \operatorname{sn} 2u + \mathrm{C} \operatorname{dn} 2u \\ &\quad = \frac{\mathrm{A} + \mathrm{C} - 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) \operatorname{sn}^2 u + (\mathrm{A} + \mathrm{C}) k^2 \operatorname{sn}^4 u + 2\mathrm{B} \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u}. \end{aligned}$$

Cela étant, soit, en désignant par g et h deux constantes,

$$\begin{aligned} &\mathrm{A} + \mathrm{C} - 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) \operatorname{sn}^2 u + (\mathrm{A} + \mathrm{C}) k^2 \operatorname{sn}^4 u \\ &\qquad + 2\mathrm{B} \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u = (g \operatorname{sn} u + h \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)^2, \end{aligned}$$

on verra que les quatre équations résultant de l'identification se réduisent aux trois suivantes :

$$\mathrm{A} + \mathrm{C} = h^2, \quad 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) = h^2(1 + k^2) - g^2, \quad \mathrm{B} = gh;$$

or l'élimination de g et h conduit immédiatement à la condition

$$\mathrm{A} k'^2 + \mathrm{B}^2 - \mathrm{C}^2 k'^2 = 0.$$

Soit de même ensuite

$$\mathrm{A}' \operatorname{cn} 2u + \mathrm{B}' \operatorname{sn} 2u + \mathrm{C}' \operatorname{dn} 2u = \frac{(g' \operatorname{sn} u + h' \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)^2}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

sous la condition semblable

$$\mathrm{A}' k'^2 + \mathrm{B}'^2 - \mathrm{C}'^2 k'^2 = 0;$$

nous en conclurons, pour $\sqrt{\Pi(2u)}$, l'expression suivante :

$$\sqrt{\Pi(2u)} = \frac{(g \operatorname{sn} u + h \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)(g' \operatorname{sn} u + h' \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

ou, en développant,

$$\sqrt{\Pi(2u)} = \frac{gg' \operatorname{sn}^2 u + hh'[1 - (1 + k^2) \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u] + (gh' + hg') \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u};$$

on en déduit ensuite facilement, si l'on change u en $\frac{u}{2}$,

$$2\sqrt{\Pi(u)} = \frac{1}{k'^2} gg'(\operatorname{dn} u - \operatorname{cn} u) + (gh' + hg') \operatorname{sn} u + hh'(\operatorname{dn} u + \operatorname{cn} u).$$

Voici maintenant l'application de la remarque que nous venons d'établir.

» XXII. Revenant à l'expression précédemment donnée des facteurs de $(D_t s)^2$, je pose

$$A = \alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi\eta + i\rho\zeta), \quad B = \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2+\zeta^2), \quad C = -\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta + i\rho\xi),$$
$$A' = \alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi\eta - i\rho\zeta), \quad B' = \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2+\zeta^2), \quad C' = -\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta - i\rho\xi),$$

et j'observe que, au moyen de la valeur $k'^2 = \frac{(\alpha-\gamma)(\beta-\delta)}{(\beta-\gamma)(\alpha-\delta)}$, nos conditions se présentent sous la forme suivante :

$$\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}(\xi\eta + i\rho\zeta)^2 + \frac{\beta^2}{\beta-\delta}(\xi^2+\zeta^2)^2 + \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}(\eta\zeta - i\rho\xi)^2 = 0,$$
$$\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}(\xi\eta - i\rho\zeta)^2 + \frac{\beta^2}{\beta-\delta}(\xi^2+\zeta^2)^2 + \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}(\eta\zeta + i\rho\xi)^2 = 0.$$

Elles donnent immédiatement $\xi\eta\zeta = 0$; et nous poserons en conséquence

$$1^\circ \qquad \xi = 0, \quad \left(\frac{\gamma^2}{\gamma-\delta} - \frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}\right)\eta^2 + \left(\frac{\beta^2}{\beta-\delta} - \frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}\right)\zeta^2 = 0,$$
$$2^\circ \qquad \eta = 0, \quad \left(\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta} - \frac{\beta^2}{\beta-\delta}\right)\zeta^2 + \left(\frac{\gamma^2}{\gamma-\delta} - \frac{\beta^2}{\beta-\delta}\right)\xi^2 = 0,$$
$$3^\circ \qquad \zeta = 0, \quad \left(\frac{\beta^2}{\beta-\delta} - \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}\right)\xi^2 + \left(\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta} - \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}\right)\eta^2 = 0.$$

» Soit, pour abréger,

$$a = (\alpha-\delta)(\gamma-\beta)(\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta),$$
$$b = (\beta-\delta)(\alpha-\gamma)(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma),$$
$$c = (\gamma-\delta)(\beta-\alpha)(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha):$$

au moyen de ces quantités, qu'on verra facilement vérifier les relations

$$a + b + c = 0, \quad \frac{a\alpha^2}{\alpha-\delta} + \frac{b\beta^2}{\beta-\delta} + \frac{c\gamma^2}{\gamma-\delta} = 0,$$

nous obtenons les trois systèmes de valeurs

$$1^\circ \qquad \xi = 0, \quad \eta^2 = c, \quad \zeta^2 = b,$$
$$2^\circ \qquad \eta = 0, \quad \zeta^2 = a, \quad \xi^2 = c,$$
$$3^\circ \qquad \zeta = 0, \quad \xi^2 = b, \quad \eta^2 = a.$$

Maintenant je vais démontrer que, de ces diverses solutions, la première est seule réelle et répond à la question proposée.

» Pour cela, je rappelle que les constantes α, β, γ, δ satisfont aux conditions

I. $$\alpha < \beta < \delta < \gamma,$$

ou à celles-ci

II. $$\alpha > \beta > \delta > \gamma,$$

et j'observe qu'on aura, dans les deux cas,

$$(\alpha - \delta)(\gamma - \beta) < 0, \quad (\beta - \delta)(\alpha - \gamma) > 0, \quad (\gamma - \delta)(\beta - \alpha) > 0.$$

J'ajoute à ces résultats les suivants :

$$\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta > 0, \quad \alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma > 0, \quad \beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha > 0,$$

qui donneront, comme on voit,

$$a < 0, \quad b > 0, \quad c > 0.$$

On peut écrire, en effet,

$$\begin{aligned}
\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta &= \beta\delta + (\delta - \beta)\gamma, \\
\alpha\delta + \gamma\delta - \gamma\alpha &= \alpha\delta + (\delta - \alpha)\gamma, \\
\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha &= \alpha\delta + (\delta - \alpha)\beta,
\end{aligned}$$

et, dans le premier système de conditions, on voit ainsi que les premiers membres sont tous positifs. Nous ferons ensuite, en passant au second système,

$$\begin{aligned}
\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta &= \gamma\delta + (\delta - \gamma)\beta, \\
\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma &= \gamma\delta + (\delta - \gamma)\alpha;
\end{aligned}$$

mais ces transformations faciles ne suffisent plus, à l'égard de la troisième quantité $\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha$, pour reconnaître qu'elle est toujours positive comme les autres. Il est nécessaire, en effet, d'introduire une condition nouvelle, $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} > \frac{1}{\gamma}$, ayant son origine dans la définition des quantités $\frac{1}{\alpha}$, $\frac{1}{\beta}$, $\frac{1}{\gamma}$, qui sont proportionnelles aux moments principaux d'inertie. Nous écrirons, dans ce cas,

$$\beta\delta + \alpha\delta - \alpha\beta = \frac{1}{\alpha\beta\delta}\left[\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} - \frac{1}{\gamma}\right) + \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{\delta}\right)\right],$$

et le dernier résultat qui nous restait à établir se trouve démontré. Les valeurs réelles ainsi obtenues pour les coordonnées ξ, η, ζ, à savoir $\xi = 0$, $\eta = \sqrt{b}$, $\zeta = \sqrt{c}$, donnent, en prenant les radicaux avec le double signe, quatre points qui décrivent des courbes rectifiables, ou plutôt deux droites remarquables :

$\xi = 0$, $\eta = \pm\sqrt{\frac{b}{c}}\zeta$, dont tous les points décrivent pendant la rotation du corps de telles courbes. Pour former l'expression de l'arc s, observons que, d'après l'égalité $a + b + c = 0$, on peut écrire $i\rho = \sqrt{a}$, ce qui donne les valeurs suivantes :

$$A = \zeta\alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}a}, \quad B = \zeta\beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}b}, \quad C = \zeta\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}c}.$$

On a ensuite

$$A' = -A, \quad B' = B, \quad C' = C,$$

de sorte qu'on peut écrire

$$\begin{aligned}(A\,\mathrm{cn}\,u + B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)(A'\,\mathrm{cn}\,u + B'\,\mathrm{sn}\,u + C'\,\mathrm{dn}\,u)\\ = (B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - A^2\,\mathrm{cn}^2 u.\end{aligned}$$

La condition $A^2 k'^2 + B^2 - C^2 k'^2 = 0$ conduit enfin à cette nouvelle transformation

$$\begin{aligned}(B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - A^2\,\mathrm{cn}^2 u &= (B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - \frac{C^2 k'^2 - B^2}{k'^2}(\mathrm{dn}^2 u - k'^2\,\mathrm{sn}^2 u)\\ &= \left(Ck'\,\mathrm{sn}\,u + \frac{B}{k'}\mathrm{dn}\,u\right)^2,\end{aligned}$$

et il vient, en définitive, après quelques réductions, pour l'expression de l'arc de la courbe sphérique,

$$s = \gamma\sqrt{\frac{\beta-\delta}{\beta-\gamma}(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha)}\int k\,\mathrm{sn}\,u\,du + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}\int \mathrm{dn}\,u\,du,$$

puis, en effectuant les intégrations,

$$\begin{aligned}s = \gamma\sqrt{\frac{\beta-\delta}{\beta-\gamma}(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha)}\log(\mathrm{dn}\,u - k\,\mathrm{cn}\,u)\\ + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}\,\mathrm{am}\,u.\end{aligned}$$

Il en résulte que, u devenant $u + 4K$, l'arc s'accroît de la quantité constante, $2\pi\beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}$. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les cassures qui traversent l'écorce terrestre, particulièrement celles qui sont connues sous les noms de* joints *et de* failles ([1]). Note de M. **Daubrée** (troisième Partie).

« Comme déductions relatives à la formation des failles, qu'on peut tirer des expériences de torsion faites sur des plaques, j'ajouterai les observations suivantes :

» 1° Dans le réseau de fissures qui traverse les plaques de glace, il en est qui se poursuivent, avec continuité, sur toute la largeur de la plaque; il est d'autres fissures, au contraire, qui, en coupant chacune des premières, subissent une déviation à leur rencontre; de telle sorte que, au lieu de consister en une fracture unique, elles présentent une série d'éléments non continus, mais parallèles, coupant les bandes comprises dans le premier système de fissures et constituant, avec les éléments de celles-ci, l'apparence de gradins ou escaliers : cette série de déviations doit faire supposer que les cassures interrompues ont succédé aux cassures continues, quoique les deux systèmes aient dû se produire dans un temps très-court.

» Or des dispositions identiques sont très-fréquentes dans la nature; dans les failles et dans les filons métallifères, on rencontre à chaque instant des fractures, dont on a comparé la disposition à des échelons, gradins, bayonnettes ou *chevrons* ([2]). Contrairement à ce qu'on a quelquefois supposé comme général, c'est la fracture la plus récente qui a éprouvé une déviation causée par la plus ancienne.

» 2° Les dénivellations réellement causées par les fractures de l'écorce terrestre sont, comme on le sait, très-fréquentes; c'est ce caractère qui paraît avoir valu aux failles leur nom (*fall*, chute). Certains géologues ont supposé que ces rejets se sont produits postérieurement à l'ouverture des failles et par une cause indépendante de l'origine même de la faille. Les différentes pièces ou voussoirs dans lesquels les roches étaient découpées auraient cédé à l'action de la pesanteur qui tendait à les faire descendre, sur les plans inclinés qui les avoisinent, conformément à la règle

---

([1]) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXVI, p. 77 et 283.

([2]) Des ressauts de même apparence sont connus depuis longtemps dans les filons métallifères du Derbyshire, où ils sont manifestement dus à l'inégale résistance des couches de natures diverses, calcaires, schistes, trapps, à travers lesquels la faille s'est primitivement ouverte.

dite de Schmidt. Toutefois, les exceptions à cette règle sont très-nombreuses, même lorsqu'il s'agit de forts rejets : les failles dites inverses abondent, comme on le voit, dans le bassin houiller de la Grand'Combe.

» Ce qui montre clairement que le mouvement n'a pas toujours été déterminé par l'action de la pesanteur, c'est que les surfaces polies et striées des parois montrent fréquemment des stries de frottement qui s'écartent beaucoup de la ligne de plus grande pente, et qui, souvent même, sont à peu près horizontales. Ce caractère, que l'on rencontre souvent dans les Vosges, dans les Alpes et ailleurs, se retrouve également dans les *miroirs* de filons ([1]).

» Il n'est pas douteux que le poids de ces pièces isolées n'ait dû avoir une grande part dans leur mouvement relatif; mais il y a à tenir compte aussi de forces, qui sont indépendantes de la pesanteur, et qui se rattachent à l'ouverture même des failles. Les mêmes forces qui, après avoir déformé les massifs de roches, y ont produit des glissements moléculaires et des surfaces de fractures, telles que les failles, ont pu continuer à agir encore, postérieurement à ces premières ruptures, et déterminer des dénivellations, puis de nouvelles plicatures. Ces poussées latérales, auxquelles se rattache l'ouverture de certaines failles, l'auront emporté parfois sur l'action de la pesanteur, particulièrement quand les failles sont peu inclinées par rapport à l'horizon. C'est ainsi qu'on peut se rendre compte de superpositions qu'on a qualifiées d'anormales et qui sont cependant très-fréquentes. Tel est le recouvrement du terrain crétacé par les roches granitiques, entre Meissen et Zittau, en Saxe, sur une longueur de plus de 120 kilomètres. Telle est aussi la superposition du calcaire carbonifère et des couches dévoniennes sur le terrain houiller proprement dit, superposition qui a été récemment reconnue dans le nord de la France et aux environs de Mons : il en résulte ce fait important et inattendu, que des puits arrivent au terrain houiller après avoir traversé des terrains plus anciens, dont la présence avait ôté tout espoir de réussite.

» 3° On a vu qu'il suffit d'une faible déformation pour produire de nombreuses fissures : on ne peut dès lors être surpris de trouver des failles, en dehors des pays montagneux, ou fortement disloqués, dans des régions de collines ou de plaines, telles que certaines parties de la Nièvre, le Sancerrois, le nord de la France et le sud-ouest de l'Angleterre, où ces

---

([1]) Exemple : à Chemnitz, le filon Colloredo (Zeiller et Henry, *Annales des Mines*, 7e série, t. III, p. 144).

failles se lient aux ploiements généraux que les couches ont subis dans ces mêmes régions. Malgré l'horizontalité que l'on croit y reconnaître, si on les considère sur des points isolés, les couches de ces divers pays ont subi un gauchissement suffisant pour expliquer l'origine des failles ou cassures qui les traversent.

» 4° Plus on étudie, sur des cartes exactes, le dessin général des vallées et le relief du sol, mieux on y reconnaît, de toutes parts, de nombreux traits rectilignes ou brisés, souvent aussi des angles très-ouverts. C'est un caractère sur lequel l'un de nos plus savants topographes, M. le colonel du génie Goulier, a appelé l'attention. De tels exemples abondent, même dans des pays aussi peu accidentés que le nord de la France ; les environs de Fontainebleau, les vallées de la Canche, de l'Authie, de la Somme et bien d'autres régions en présentent des exemples.

» Les cassures naturelles qui ont formé les premiers linéaments ou l'esquisse des vallées et d'autres caractères du relief du sol présentent, dans leur disposition, des analogies avec les réseaux de fentes qui résultent de nos expériences. Il ne paraît pas d'ailleurs nécessaire que ces cassures aient été accompagnées de rejets et qu'elles méritent le nom de *failles*, pour avoir provoqué les démolitions et érosions auxquelles sont dues les vallées.

» *Observations.* — D'après ce qui précède, une ressemblance manifeste rapproche de nombreuses cassures, de divers ordres de grandeurs, qui traversent l'écorce terrestre et les cassures produites sur des plaques minces par une torsion. Dans les unes et dans les autres, on remarque un grand nombre de fentes rectilignes, groupées parallèlement entre elles; de part et d'autre, ces séries de fentes parallèles se groupent en deux ou plusieurs systèmes, orientés suivant des directions différentes, de manière à constituer des réseaux. Cette ressemblance dans les effets peut faire supposer une certaine analogie dans les causes.

» Un rapprochement est d'autant plus autorisé que l'on arrive à reconnaître directement que des effets de torsion ont pu et même ont dû se produire dans l'écorce terrestre.

» Lamé, dans le Chapitre où il a appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'écorce terrestre, conclut que cette enveloppe, sous la simple action de fortes pressions intérieures, de la pesanteur et des pressions extérieures, peut avoir subi des torsions. A part ces considérations mathématiques, les déformations sans nombre qu'a subies l'écorce terrestre, pendant de très-longues périodes, conduisent à admettre qu'il a pu s'opérer des torsions dans beaucoup de ses parties. Les pressions latérales ou

horizontales d'une extrême énergie, dont on constate de toutes parts les preuves manifestes, n'ont pu sans doute, à moins de circonstances exceptionnelles, s'exercer avec une symétrie telle, que les forces contraires qui étaient en présence n'aient pas causé de torsions.

» Cette conclusion sur la possibilité de torsions fréquentes ressort d'une manière plus précise de l'examen des inflexions diverses et des formes tourmentées que l'on a constatées dans plusieurs bassins houillers du centre de la France, où les allures des couches ont été exactement reconnues par les travaux d'exploitation : par exemple, dans les bassins de Saint-Etienne, aux environs de la Ricamarie, où, en quelques points, les ploiements ont fait disparaître le parallélisme des couches; ceux du Creusot, du Monceau et de Montchanin (Saône-et-Loire), ceux de Commentry et de Bezenet (Allier), de Saint-Éloi (Puy-de-Dôme), de Decazeville (Aveyron) et bien d'autres, tels que celui du Pas-de-Calais, montrent des couches comprises entre des surfaces gauches et sinueuses, souvent très-irrégulières, et des couches de houille, dites en *chapelet;* les renflements de ces couches, séparés les uns des autres par des étranglements ou *serrées*, paraissent déceler les effets d'une torsion.

» De toutes parts, même dans les régions où les couches semblent planes, comme le nord de la France, il s'est opéré des gauchissements. Des torsions ont pu se produire dans ces déformations diverses, quelque faibles qu'elles paraissent, et lors même qu'elles auraient été causées par de simples tassements ou porte-à-faux, opérés sous l'action de la pesanteur. Dans ce dernier cas, bien plus que dans celui de dislocations violentes et d'énergiques poussées latérales, le rejet des failles a dû se faire dans le sens de l'action de la pesanteur.

» D'ailleurs, sans qu'il y ait à recourir à des suppositions, il est de très-nombreuses failles qui ont conservé l'empreinte d'une torsion, non-seulement dans leurs formes gauches, mais aussi dans les rejets contraires qu'elles ont produits. On y voit, en effet, le rejet y varier d'amplitude, pour une même paroi de la faille, lorsqu'on en suit le parcours en direction, et il n'est pas rare que l'une des deux parois ait subi, ici, une élévation relative, là, un abaissement. Ces failles à rejets contraires, positif et négatif, ont un point intermédiaire ou nœud, où le rejet est nul; aussi les mineurs de certaines localités les désignent-ils sous le nom de *failles à charnières*.

» En résumé, parmi les actions mécaniques de nature très-variée et les écrasements latéraux que l'écorce terrestre a subis de toutes parts,

l'expérience nous amène à considérer la torsion comme l'une des causes possibles, pour certains cas, d'un mode de fracture qui est très-répandu, notamment dans les joints et dans les failles. C'est une donnée que l'expérimentation apporte à la solution du problème général.

» Dans les conjectures qui ont été faites sur l'origine des failles, on a supposé, comme l'a fait Naumann ([1]), qu'elles avaient été élaborées par des actions de très-longue durée. C'est une illusion comparable à celle qui, il n'y a guère plus de vingt ans, faisait croire et dire, dans un ouvrage de Géologie des plus répandus, que si l'acide silicique, au lieu de rester à l'état amorphe, comme dans les laboratoires, a pris l'état de quartz, ce ne pouvait être qu'avec le concours d'un temps extrêmement long. Or on sait aujourd'hui qu'il n'en est rien, et qu'il suffit de quelques heures pour obtenir des cristaux de quartz, qui, il est vrai, sont de petites dimensions. De même, il ressort des expériences dont il vient d'être rendu compte un fait général, savoir que des déformations lentes et des efforts graduels, lorsqu'ils ont suffisamment dépassé la limite d'élasticité des roches sur lesquelles ils s'exercent, peuvent aboutir à des systèmes de fractures produites brusquement, et présentant, avec un caractère de parallélisme évident, d'autres ressemblances avec des cassures naturelles, très-fréquentes dans l'écorce terrestre. Un mouvement brusque explique facilement certains phénomènes, tels que les miroirs de frottement, qui ne se conçoivent pas avec des actions lentes, dont l'importance se manifeste d'ailleurs de toutes parts, dans l'histoire physique du globe. »

CHIRURGIE. — *Résection tibio-calcanéenne*. Note de M. C. SÉDILLOT.

« J'ai communiqué à l'Académie, en 1855 ([1]), une modification à la résection tibio-calcanéenne du professeur Pirogoff ([2]). Cet habile chirurgien divisait le calcanéum par un trait de scie vertical, en arrière de l'astragale, et rapprochait, par un mouvement de bas en haut et d'arrière en

---

([1]) NAUMANN, *Lehrbuch der Geognesie*, t. III, p. 510.

([2]) C. SÉDILLOT, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, août 1855. — *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, avec 8 planches, p. 606, etc. Paris, 1855. — *Contributions à la Chirurgie*, t. II, p. 188. Paris, 1868. — *Médecine opératoire*, 4e édition, t. I, p. 461. Paris, 1870.

([3]) PIROGOFF, *Klinische Chirurgie. — Eine Sammlung von Monographien über die wichtigsten Gegensteinde der praktische Chirurgie*. Leipzig, 1854.

avant, la face de l'os réséqué des extrémités du tibia et du péroné. Cette ingénieuse opération conservait à la jambe plus de longueur que les amputations sous-astragalienne et tibio-tarsienne, et l'auteur l'avait décrite sous le nom d'*allongement ostéo-plastique du pied*. Mon étude et mes procédés des amputations partielles de ce membre m'avaient fait accueillir, avec un vif intérêt, ce nouveau mode de résection et je proposais de diviser le calcanéum, d'arrière en avant, par une section oblique substituée au trait de scie vertical de Pirogoff. L'affrontement calcanéo-tibial était plus facile, les surfaces osseuses moins pressées l'une contre l'autre, et le talon n'étant plus renversé en avant et en haut restait mieux dans l'axe de la jambe et transmettait plus directement au sol le poids du corps. Cette dernière condition me paraissait si importante que je recommandais de conserver un simple cube sus-talonnier calcanéen [1], s'il était la seule portion osseuse encore saine.

» Depuis cette époque, les amputations du pied ont été fréquemment choisies pour sujets de thèses et de Mémoires [2], et leur valeur absolue et comparative est cependant encore discutée.

» M. le Dr Gross, professeur agrégé à la Faculté de Nancy, m'a dernièrement adressé l'observation d'une résection très-heureusement pratiquée selon mes indications, et dont l'importance est accrue par la rareté, en France, de cette opération, tandis qu'à l'étranger Chede [3] en a réuni et publié 204 cas, et Dittel [4], de Vienne, 22, tirés de sa pratique personnelle.

---

[1] *Médecine opératoire*, *loc. cit.*, Pl. CCLXXXIII.

[2] Eugène Boeckel, *Appréciation des avantages et des inconvénients de l'amputation de la jambe au lieu d'élection comparée aux amputations sus-malléolaires, sous-malléolaires et partielles du pied*. Thèse d'agrégation. Strasbourg, 1857. — Kestner, *Amputation tibio-tarsienne de Syme et de Pirogoff*. Thèses de Strasbourg, 1857, n° 384. — Gross, *De la valeur clinique des amputations tibio-tarsiennes et tarso-tarsiennes*. Thèse d'agrégation. Strasbourg, 1869. — Chauvel, professeur agrégé à l'École du Val-de-Grâce, *De la valeur relative des amputations sous-astragalienne, tibio-tarsienne et sus-malléolaire* (*Mémoires de la Société de Chirurgie*, t. VI, p. 291. Paris, 1869).

[3] Chede, *Ueber partielle Fussamputationen in Sammlung klinnischer Vorträge*, von R. Volkmann. Leipzig, 1872.

[4] Dittel, *Journal hebdomadaire de médecine de Vienne* (*Wiener medicinische Wochenschrift*), numéro du 21 avril 1877. *Archives médicales belges*, juillet 1877 et *Gazette hebdomadaire de Paris*, novembre 1877).

» Des quatre opérés dont j'ai fait mention en 1870 ([1]), trois étaient atteints d'accidents assez graves, au moment où je les vis, et j'ai appris que le quatrième avait succombé.

» D'après M. Gross les dangers de l'opération n'en expliqueraient pas, parmi nous, le peu de faveur, et il faudrait en accuser, d'après M. le professeur Léon Lefort ([2]), le renversement en haut et en avant de la partie conservée du calcanéum. Le poids du corps ne porterait pas sur le coussinet adipeux, mais sur la face postérieure du talon, que la pression rend douloureuse, enflamme et ulcère, et l'amputation de la jambe deviendrait la dernière chance de salut.

» La section horizontale de la face supérieure du calcanéum proposée par ce chirurgien et exécutée par lui et par M. E. Bœckel ([3]) prévient ce renversement aussi bien que notre section oblique, mais exige l'intégrité du calcanéum jusqu'à son articulation cuboïdienne et la possibilité d'un plus long lambeau.

» L'observation de M. Gross jette un grand jour sur les succès que l'on peut espérer de son opération.

» Le malade, âgé de 67 ans, était affaibli par une lésion chronique du pied gauche, avec carie, abcès fistuleux et plusieurs attaques d'érysipèles. Après quatre mois de traitement à l'hôpital Saint-Léon de Nancy, M. Gross pratiqua, le 25 octobre 1875, la résection de Pirogoff, d'après notre procédé. Le calcanéum et l'extrémité tibiale étaient, en partie, jaunâtres, raréfiés et graisseux. Une attelle plâtrée, doublée d'une bande de diachylon, fut étendue d'arrière en avant sur le moignon et les faces postéro-antérieures de la jambe, et soutenue par deux circulaires également plâtrées, l'une au-dessus des malléoles, l'autre au-dessus du mollet. Le lambeau plantaire fut ainsi maintenu et immobilisé et les surfaces osseuses juxtaposées. Deux drains latéraux laissèrent une libre issue à l'écoulement des liquides et la plaie fut réunie par des sutures. On eut à combattre quelques complications. Deux abcès se formèrent près de la malléole interne. Un point tégumentaire dorsal mortifié fut pansé à l'huile phéniquée. On dut renouveler les attelles et de nombreuses injections furent faites avec une solution de sulfite de soude.

» La cicatrisation était complète au mois de janvier 1876. Le moignon resta très-doulou-

---

([1]) C. Sédillot, *Chirurgie de guerre. Traitement des fractures des membres par armes à feu* (*Gazette médicale de Strasbourg*, 1870, in-8, p. 158. Strasbourg, 1871).

([2]) Léon Lefort, *Manuel de Médecine opératoire*, par Malgaigne, 3e édition, p. 612. Paris, 1874.

([3]) E. Bœckel, *Gaz. méd. de Strasbourg*, p. 99, 1875, et *Bulletin de la Soc. de Chir.*, n° 7, p. 619, 1875. (L'opéré, aujourd'hui, février 1878, pensionnaire de l'hôpital, se sert parfaitement de son moignon. Note de M. E. Bœckel.)

reux à la pression jusqu'en mai. En juin, le malade commença à se lever et à se tenir debout avec des béquilles et une bottine à tuteurs métalliques.

» Le raccourcissement est de $7^c,5$, l'articulation ankylosée; la marche avec une simple canne était facile en juillet, époque où le malade fut présenté à la Société de Médecine de Nancy. En septembre, les douleurs et l'enflure du moignon avaient entièrement disparu. Depuis ce moment, l'opéré, très-bien portant, s'appuie parfaitement sur son moignon talonnier, et le calcanéum fait corps avec le tibia qu'il prolonge.

» C'est un des plus beaux succès que l'on puisse obtenir. Le raccourcissement est sans importance, puisque la diminution de la longueur du membre est compensée par la hauteur de la bottine.

» M. Gross a démontré, par cette remarquable guérison, que la vieillesse, la carie, la chronicité et la gravité des accidents n'étaient pas des contre-indications insurmontables et que l'on pouvait en triompher.

» Cet important résultat permet d'espérer que la résection de Pirogoff trouvera, en France, plus de partisans, et l'étude en devra être complétée par l'anatomie pathologique de moignons ayant longtemps servi à la sustentation et à la marche des opérés. »

FERMENTATIONS. — *Réfutation des critiques que M.* Pasteur *a faites de mon opinion sur l'origine des levûres alcooliques et de la levûre lactique.* Note de M. A. Trécul.

« Les deux Notes de M. Pasteur insérées aux précédents *Comptes rendus*, p. 56 et 90, contiennent plusieurs passages que je demande à l'Académie la permission de rectifier :

I. Sa Note du 30 mars 1861 ne mentionne pas le mélange de la levûre de bière à la levûre de *Mucor*, que j'ai signalé en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 368), et que j'ai rappelé en 1871, t. LXXIII, p. 1456.

II. Comme M. Pasteur renvoie à la page 126 de ses *Études sur la bière*, publiées en 1876, où il reproduit sa Note de 1861, et signale pour la première fois le mélange dont il s'agit, le lecteur qui ne compare pas les textes croit que M. Pasteur a fait la même indication en 1861. Ainsi que je l'ai dit, cette Note de 1861 ne nomme même pas le *Mucor*. M. Pasteur se borne à nier la polymorphie des végétaux inférieurs, la transformation des Mucédinées vulgaires en levûre, et, comme le dit le titre de sa Note (*Bull. Soc. phil.*, 1861, p. 47), *les prétendus changements de forme et de végétation des cellules de levûre de bière suivant les conditions extérieures de leur développement.*

III. M. Pasteur manque de mémoire ou joue sur les mots quand il dit :

« Je n'ai jamais nié le passage d'un *Mucor* en levûre alcoolique; je le répète, ce que j'ai

nié, c'est la transformation d'un *Mucor* et du *Penicillium glaucum*, et en général des moisissures communes, en levûre de bière, ainsi que le démontrent les citations que je viens de faire de mon travail de 1860. »

» Je le répète à mon tour, dans sa Note de 1861, qu'il vient de citer, et non de 1860, comme il le dit en confondant les dates, il n'est pas question du *Mucor*. En 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1168.), M. Pasteur combat en ces termes ambigus mon avis sur l'existence de la levûre de *Mucor :*

« Je n'ai jamais pu obtenir, dit-il, la transformation certaine du *Penicillium* en levûre de bière ou de raisin, pas plus qu'on n'obtient celle du *Mucor mucedo* en ces mêmes levûres; mais j'ai bien reconnu les causes d'erreur possibles dans ce genre d'observations, causes d'erreur que M. Trécul, selon moi, n'aura pas suffisamment écartées. »

» Ce passage donne lieu à deux équivoques. Il tend à faire croire :

» 1° Que j'ai admis la transformation du *Mucor* en levûres de bière et de raisin proprement dites; 2° que le *Mucor*, pas plus que le *Penicillium*, ne se transforme en levûre; 3° qu'une cause d'erreur vient du dehors.

» Cependant M. Pasteur ne prétendra pas que j'aie confondu la levûre de *Mucor* avec la levûre de bière, puisque j'ai su en déceler le mélange. Par conséquent, le passage ambigu que je viens de rapporter ne peut attester qu'une chose, c'est que M. Pasteur n'a pu obtenir ni la levûre alcoolique de *Mucor*, ni celle du *Penicillium*. N'est-il pas manifeste également que, s'il n'avait pu se convaincre de l'existence de la levûre de *Mucor* en 1872, il n'a pu en indiquer le mélange avec la levûre de bière en 1861?

IV. Quand M. Pasteur prétend n'avoir élevé aucune barrière entre les levûres et les moisissures, qu'au contraire il a signalé un lien physiologique entre elles, *il déplace la question*. Il ne s'agit pas entre nous de la conduite chimique de ces végétaux, il s'agit de savoir si des moisissures sont susceptibles de se transformer en levûres, *si des formes végétales que l'on place dans des genres différents, et même dans des tribus diverses, passent des unes aux autres*. C'est là une opinion que M. Pasteur a combattue pendant quinze ans. N'était-ce pas consolider la barrière dont je parle, que de diviser les êtres inférieurs en *zymiques* et en *azymiques* (1863)? Les vues de l'auteur sont aujourd'hui diamétralement opposées!

V. En assurant que, dès 1861, il cherchait une plante qui pût vivre à l'abri de l'air, en produisant la fermentation du sucre (que ne prenait-il le *Mucor* déjà connu?), et que depuis il a amplement démontré ce résultat, *il déplace encore la question*. En effet, tout végétal, suivant lui, mis dans les conditions convenables, donne de l'alcool; *il n'est pas pour cela transformé en levûre proprement dite*. Ce n'est que dans ses *Etudes sur la bière*, de 1876,

que M. Pasteur admet bien tardivement que le *Mucor* et des *Dematium* sont susceptibles de se transformer en levûre. Dans ce livre, que je vais citer désormais, se dessine nettement le caractère des travaux de M. Pasteur. On y trouve souvent les opinions les plus contradictoires sur les questions les plus importantes. Je vais en donner des exemples.

» Tout en admettant avec nous que des plantes changent de forme avec la composition du milieu dans lequel on les fait vivre, tout en donnant d'assez élégantes figures de ces changements de forme, M. Pasteur refuse encore *aux matières organiques naturelles* le pouvoir de s'organiser, soit par *transformation de quelques-unes d'entre elles,* soit même *par la transformation des êtres microscopiques les uns dans les autres* (p. 33).

Quelles sont donc les transformations d'êtres microscopiques que nous avons admises et que M. Pasteur a toujours récusées? Ce sont celles des levûres en champignons filamenteux, celle du *Mucor* en levûre, etc., précisément ce que M. Pasteur accepte aujourd'hui. C'est encore le passage d'une levûre en une autre, comme la levûre lactique en levûre alcoolique. A cet égard je citerai une autre contradiction de M. Pasteur. A la page 190, il nie l'opinion des brasseurs qui admettent que les *levûres basse et haute* passent de l'une à l'autre; cependant, à la page 213, il est disposé à reconnaître que les levûres hautes sont les aérobies des levûres basses, et dans la note de la page 333 il affirme la transformation des levûres basses en levûres hautes. Voici un autre passage où il nie la possibilité de la transition d'un organisme à un autre. A la page 119, il dit :

« A une époque où les idées de transformation des espèces sont si facilement acceptées, peut-être parce qu'elles dispensent de l'expérimentation rigoureuse, il n'est pas sans intérêt de considérer que, dans le cours de mes recherches sur les cultures des plantes microscopiques à l'état de pureté, *j'ai eu une fois l'occasion de croire à la transformation d'un organisme en un autre*, à la transformation du *mycoderma vini* ou *cerevisiæ* en levûre, et que cette fois-là j'étais dans l'erreur. »

» Il y a dans ce passage une négation qui embrasse tous les organismes, aussi bien le *Mucor* que le *Mycoderma*, les *Saccharomyces* et autres êtres microscopiques. Le jour où M. Pasteur admettait la transformation du *Mycoderma* en levûre, il disait la vérité, et quand il abandonna cette opinion, après que j'eus affirmé que le *Mycoderma cerevisiæ* devient *Penicillium*, il commit deux fautes : 1° en revenant à l'invariabilité absolue des êtres, comme l'indique le passage cité; 2° en reniant un fait vrai.

» On appelle *Mycoderma vini* ou *cerevisiæ* les fleurs de vin ou de bière. M. Pasteur nie leur parenté avec la levûre à la page 116, et cependant il dit à la même page que les cellules de la levûre et du mycoderme ont une

telle ressemblance qu'il désespéra de les distinguer par le microscope. Il crut être plus heureux en tournant la difficulté, en submergeant dans du moût de bière les cellules mycodermiques ; il obtint ainsi la conviction qu'elles ne se transforment pas en levûre.

» La raison de ce résultat négatif est bien simple. M. Pasteur a employe de vieux mycodermes. J'ai montré en 1868, et MM. de Seynes et Robin l'ont confirmé, que les très-jeunes mycodermes qui naissent sur du moût de bière préparé pour leur étude se changent facilement en levûre, et que la levûre redevient mycoderme quand elle est exposée à l'air; c'est que les cellules de levûre qui ont vieilli à la surface du liquide sont modifiées physiologiquement ; elles sont à l'état mycodermique : alors ces vieux mycodermes ne peuvent plus passer à l'état de levûre.

» M. Pasteur, qui reconnaît la similitude de forme, de volume et de bourgeonnement de la levûre et du mycoderme, aurait dû être frappé d'une autre analogie. Il admet (p. 271) que « l'accroissement, hors du contact de l'air, n'est possible que pour une levûre très-jeune ». Je ferai remarquer qu'en cela encore la levûre se rapproche du mycoderme, et que les très-jeunes conidies du *Penicillium* bourgeonnent de même et deviennent levûre dans les conditions que j'ai indiquées. Il y a alors identité entre les conidies transformées, le mycoderme physiologiquement modifié et la levûre.

» M. Pasteur, qui a opéré sur du vieux *Mycoderma*, prétend que, si j'ai obtenu la fermentation avec mes jeunes mycodermes, c'est que mes liqueurs ont été fécondées par des germes venus de l'air. Il en a été de même, suivant lui, dans mes semis de conidies de *Penicillium*.

» Le lecteur attentif a pu remarquer, à cet égard, que quand il s'agit des expériences de ses adversaires, ou selon les besoins de sa cause, M. Pasteur juge que les germes sont abondants dans l'atmosphère (p. 130), en quantité prodigieuse dans l'air (p. 202); mais, quand il s'agit de ses expériences propres, les germes de l'air sont assez peu nombreux pour qu'il n'y ait pas d'inconvénient à transporter d'un vase dans un autre, *à travers l'air*, des semis de levûre, de *Penicillium*, de *Mycoderma*, ou de *Mucor* (p. 30, 86 à 87, 109, 127 [1]). Le nombre des expériences de

---

[1] M. Pasteur dit (p. 30) : « Je n'en ai jamais été géné » (du transport à travers l'air). — (P. 86) « Sans doute, on ne peut éviter ainsi la cause d'erreur qu'entraîne cette nécessité du passage dans l'air ambiant et celle de l'ouverture préalable du ballon ; mais, j'en ai déjà fait la remarque, *cette double cause d'erreur n'a*, pour ainsi dire, *jamais été préjudiciable à la rigueur des expériences...* » — (P. 110) Lire la note. — (P. 127) Il ense-

M. Pasteur faites dans ces conditions est considérable (p. 30, 109, 127 à 130, 138, 145, 168, 187, 257, etc.); il a pu continuer pendant des mois, des années entières, la même expérience, en faisant de temps en temps, *à travers l'air,* des prises de semences dans les mêmes vases, sans que le résultat de l'expérience en cours d'exécution, ni celui de la nouvelle, en fût troublé (p. 130). Tout cela s'est passé dans le laboratoire de M. Pasteur, où des levûres sont maniées en grande quantité depuis si longtemps. Il en fut de même en plein air, dans les vignes, qui sont des champs de moisissures, de champignons de sortes nombreuses. Pendant une grande partie de l'année, M. Pasteur a pu expérimenter sur le bois, sur les feuilles de la vigne et sur les raisins verts, sans obtenir la fermentation; il a pu détacher de la vigne des grains de raisin verts, les recevoir dans des séries de douze et de vingt-quatre tubes de verre, qu'il fermait avec un liége, sans qu'aucun de ces tubes fût ensemencé par les germes suspendus dans l'air (p. 155 et suiv.).

» Après tout cela, notre confrère est-il bien autorisé à soutenir que les résultats de mes expériences sont inexacts ? J'ai pris, comme M. Pasteur, toutes les précautions désirables; j'ai constamment suivi avec attention ce qui se passait à l'intérieur de mes flacons. Quand il y eut des causes d'erreur, je les ai découvertes et signalées.

» En critiquant mes expériences avec semis de *Penicillium*, M. Pasteur en donne une idée fausse en prétendant les imiter (p. 97 à 98). Il mêle en partie ce que j'ai dit des conditions dans lesquelles les levûres lactique et alcoolique sont produites par les matières en dissolution, avec ce qui concerne les semis de *Penicillium*. N'est-ce pas m'attribuer une expérience ridicule, que d'exposer, d'après mes indications, dit-il, à la température de 70 degrés, du moût de bière houblonné, c'est-à-dire qui a été porté à 100 degrés pendant la pratique de l'infusion? Ce que j'ai dit, c'est que,

---

mence trois ballons A, B, C, avec des sporanges entiers de *Mucor*. — (P. 130) M. Pasteur dit : « Notons sans plus tarder que, dans les ballons A, B, C, on a fait des prises à diverses époques, du mois de juin au mois de janvier, et que, dans aucun cas, le *microscope n'a accusé la moindre trace de levûre de bière*. Notons encore que, dans cet intervalle, on a ensemencé de nouveaux ballons à moût de bière, avec des prises faites dans les dépôts des ballons A, B, C, et que toujours on a reproduit le *Mucor* et son genre de fermentation *sans la moindre apparence de levûre ordinaire*. » — Par conséquent, les germes de l'air ne sont pas intervenus dans toutes ces opérations pratiquées à travers l'air. — (P. 138) Le 17 novembre 1873, M. Pasteur sema dans du moût de bière une tête de MUCOR *prise sur une poire*. Le 7 janvier 1875, il étudia les produits de cette culture qui était restée tout à fait pure; elle avait été faite dans un ballon à deux tubulures, sur du moût de bière pur.

pour ne pas tuer les matières organisées en dissolution, je prépare entre 65 et 70 degrés le moût dont je me sers pour démontrer que des levûres naissent de ces matières azotées dissoutes. Malgré l'avis de M. Pasteur, mes liquides n'ont pas reçu de germes venus de l'air. Je les ai examinés, surveillés soigneusement; j'ai suivi toutes les phases de l'évolution, et les expériences de mon contradicteur, que je viens de citer, prouvent que les germes de l'atmosphère n'interviennent pas aussi souvent qu'il l'affirme, quand il parle des travaux de ses adversaires. On peut donc me croire quand je soutiens, d'une part, que les levûres qui naissent dans les liquides limpides, bien filtrés, commencent par de fines granulations, etc., d'autre part, que les jeunes conidies de *Penicillium*, en présence de peu d'air dans des petits flacons bien fermés, grossissent, se décolorent, bourgeonnent et constituent alors des cellules de levûre.

» Quoi qu'il en soit de l'opinion de M. Pasteur sur ces deux points, on voit par ce que je viens de dire combien son avis s'est transformé, puisqu'il admet aujourd'hui une levûre de *Mucor* (p. 126 et suiv.) et une levûre de *Dematium* (p. 177). S'il refuse au *Penicillium* la faculté d'en produire aussi, c'est que M. Pasteur est en retard à ce sujet, comme il l'a été longtemps pour le *Mucor*. Voici un passage qui montre aussi à quel degré est changée la manière de voir de notre confrère, qui maintenant accepte et définit ainsi la polymorphie (p. 84) :

« Des organes détachés d'organismes plus élevés, des êtres à une certaine phase de leur vie, peuvent se régénérer sous une forme déterminée, avec des propriétés spéciales dans des milieux et dans des conditions qui ne sauraient faire apparaître la plante ou l'animal avec ses autres formes ou modes habituels de reproduction. Les exemples de ces faits abondent aujourd'hui dans la Science. Certaines levûres alcooliques nous offriront des faits analogues. »

» Voilà donc enfin la *polymorphie* admise par M. Pasteur, qui l'a niée dans sa Note de 1861 et depuis.

» Est-il bien fondé désormais à traiter d'*imaginaire* (p. 95) la transition que j'ai observée des bactéries à la levûre lactique, de celle-ci à la levûre de bière et de cette dernière au *Mycoderma* et au *Penicillium?* Le *Penicillium* est par excellence un de ces êtres dont parle M. Pasteur, qui peuvent se régénérer sous des formes et avec des propriétés spéciales dans des milieux et dans des conditions qui ne sauraient faire apparaître la plante avec ses autres formes ou modes de reproduction habituels.

» M. Pasteur, qui a nié l'observation que j'ai faite de la transformation de la levûre lactique en levûre de bière, est amené par la puissance des faits à reconnaître la possibilité de tels changements. Il écrit à la page 269 :

« Quand on dit (il devrait écrire : *Quand je dis*) que chaque fermentation a un ferment

qui lui est propre, il faut entendre qu'il s'agit d'une fermentation considérée dans l'ensemble de tous ses produits : *cette assertion ne peut signifier que le ferment dont il s'agit ne sera pas capable d'agir sur une autre substance fermentescible, et de donner lieu à une fermentation très-différente.* »

» Or, nous avons vu qu'à présent M. Pasteur reconnaît que le milieu influe sur la forme des êtres, des levûres en particulier; il est donc naturel que la levûre lactique puisse devenir levûre de bière dans un milieu favorable.

» On voit par ce qui précède que M. Pasteur, qui refuse encore d'admettre la transformation du *Penicillium*, est amené graduellement vers la manière de voir de MM. Turpin, Berkeley, Hoffmann, Hallier, Pouchet, Robin, Fremy et Trécul, qu'il combat inconsidérément, tout en admettant avec eux la transformation de champignons filamenteux en levûres. Je ferai observer, en terminant, que les êtres étant modifiés avec les milieux dans lesquels ils vivent, et que les circonstances ayant changé beaucoup depuis que notre globe n'est plus incandescent, les êtres ont nécessairement modifié leurs formes pour s'adapter aux circonstances et aux milieux. Par conséquent, c'est l'idée de l'immutabilité des êtres qui est une hypothèse. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans la vision.* Note de M. FAVÉ.

« En admettant que toute la matière soit douée d'un système de vibrations persistantes, on est amené à considérer la vision sous un nouveau jour, car la cornée transparente, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée ne doivent plus être envisagés uniquement au point de vue de la réfraction qu'ils produisent; on doit admettre que l'humeur vitrée exécute toutes les vibrations à communiquer aux nerfs optiques, et que ces nerfs eux-mêmes savent choisir les vibrations qu'ils sont capables de rendre pour produire distinctement la sensation dont le problème demeure inabordable. C'est en admettant que les ondes de l'éther communiquent leur mouvement aux vibrations synchrones des diverses parties de l'œil que nous allons pouvoir rapporter à la Physique quelques faits regardés jusqu'ici comme étant d'ordre physiologique.

» L'œil fermé depuis un temps assez long pour ne plus éprouver aucune sensation de lumière n'en a pas moins les vibrations constitutives des matières qui le composent; dans cet état, l'humeur vitrée ne communique pas aux nerfs une force vive suffisante pour faire naître la sensation. L'œil

s'ouvre et reçoit des ondes capables d'augmenter certaines vibrations de l'humeur vitrée, mais un temps analogue à celui qui amène la phosphorescence est nécessaire pour que la vibration communiquée de proche en proche acquière l'intensité voulue. Supposons que le minimum de l'intensité indispensable à la sensation ait été dépassé, et que l'œil se referme; la sensation ne devra pas cesser pour cela immédiatement, car il faudra qu'auparavant la force vive acquise ait été dépensée au profit de l'éther.

» Si, en sortant d'un espace très-éclairé pour entrer dans un lieu sombre, l'œil ne distingue rien, c'est qu'il faut laisser le temps aux vibrations de l'humeur vitrée de perdre la force vive qu'elles ont en trop, et de redevenir susceptibles de l'accroissement normal qu'elles acquièrent sous l'action des ondes provenant du lieu sombre.

» Si la sensibilité de l'œil augmente ou même s'exagère par un séjour prolongé dans l'obscurité, c'est qu'en cette condition la lumière produira un accroissement très-brusque de force vive dans l'humeur vitrée.

» Une série de secteurs, peints de couleurs diverses, donne la sensation de leur mélange quand on fait tourner le disque avec une rapidité convenable; cela provient de ce que toutes les vibrations correspondantes coexistent pendant ce temps-là dans l'humeur vitrée. On peut se rendre compte ainsi des propriétés de l'œil, constatées par M. Plateau : 1° la sensation n'est complète que si l'impression lumineuse a duré un certain temps; 2° cette sensation persiste pendant quelques millièmes de seconde, avec un éclat maximum, pour s'effacer ensuite progressivement; 3° la durée totale est égale à 0,84 de seconde en moyenne, mais elle augmente avec l'éclat de la lumière incidente.

» Nous pouvons aussi comprendre comment une couleur que l'œil vient de voir influera momentanément sur celle qu'il regarde. Les vibrations de la première couleur persisteront quelque peu pendant que celles de la seconde croîtront en intensité; puis les vibrations de la première iront bientôt en décroissant plus sensiblement, et, dans cet instant, l'effet produit pourra être celui qu'on éprouverait si les ondes de la première couleur manquaient à la seconde. Comme la force vive des ondes va en diminuant du rouge au violet dans les couleurs du prisme solaire, il faudrait, pour prévoir l'effet à obtenir dans chaque circonstance, compter avec les intensités relatives des divers éléments qui entrent dans les teintes composées. C'est ce que M. Chevreul a fait avec tant d'habileté, qu'on ne peut toucher à ce sujet sans en référer à ses travaux. La théorie de la

vision ne saurait être complète sans expliquer tous les phénomènes du contraste des couleurs, simultané, successif et mixte, qu'il a produits et constatés.

» La vision de certains animaux confirme les vues que je viens d'indiquer, car l'intervention des vibrations de l'œil s'y manifeste, je pense, d'une manière indubitable. C'est là, en effet, ce qui fait luire les yeux des chats dans l'obscurité, et cette sorte de phosphorescence sert à l'œil pour absorber les ondes qui sont à l'état diffus, ainsi que celles dont la production est due aux vibrations de la matière placée en face. C'est ainsi que l'œil de cet animal acquiert, pour ses vibrations, l'intensité nécessaire à l'impression d'ondes très-faibles sur les nerfs de la rétine et à la sensation qui en résulte. D'autres animaux verront encore mieux que les chats pendant la nuit si leurs yeux absorbent de plus faibles ondes, et percevront la sensation provenant de vibrations d'une intensité moindre; mais alors leurs yeux seront blessés par la trop grande force vive de la lumière du jour. Pour ces animaux, les deux limites de la vision seront déplacées.

» C'est dans les conditions à remplir, d'après la constitution de notre œil, pour que la vision s'opère plus ou moins bien, qu'il faut chercher le moyen de lever l'objection qui décida Newton à repousser le système des ondulations. Si un tronc d'arbre peut nous paraître noir du côté opposé a la lumière qui le frappe, ce n'est point que les ondes ambiantes de l'éther ne baignent pas le tronc tout entier, mais c'est qu'elles impressionnent très-peu notre œil comparativement aux ondes provenant directement des vibrations du tronc. On peut dire de même que les ondes lumineuses ne manquent pas pendant la nuit, quoique nous ne les percevions plus. En fait donc, l'œil est garanti contre une multitude d'ondes de l'éther, comme l'oreille est garantie, par sa structure, contre une multitude d'ondes de l'air qui deviennent capables d'impressionner cet organe quand leur intensité est accrue, par résonnance, dans une coquille qu'on approche du conduit auditif.

» On a déjà dit, avec raison, que le noir est du blanc obscur. »

ASTRONOMIE. — *Remarques sur les satellites de Mars*. Note de M. Ed. Roche.

« La découverte si inattendue qui a enrichi notre système planétaire de deux satellites nouveaux est importante pour les astronomes sous plusieurs rapports et spécialement au point de vue cosmogonique. Ces satellites présentent, en effet, des particularités susceptibles de nous éclairer sur les

conditions dans lesquelles ont eu lieu leur formation et celle des astres analogues. Il résulte des premières observations que la durée de révolution du satellite extérieur est de trente heures environ, et sa distance à la planète de 6,7 rayons de Mars; quant au satellite intérieur, sa période est de sept heures et demie seulement, et sa distance de 2,7 ou moins de trois fois le rayon de la planète. Or j'ai démontré, en 1849, dans mon Mémoire sur la figure d'une masse fluide soumise à l'attraction d'un point éloigné, qu'un satellite de même densité que sa planète ne saurait exister, sous forme ellipsoïdale, à une distance inférieure à 2,44, le rayon de la planète étant pris pour unité. Pour un satellite moins dense, cette limite serait un peu plus grande. On voit que cette condition est remplie par les satellites de Mars. Elle l'est aussi par tous les satellites de Saturne : le plus voisin est à la distance de 3,35; mais la matière qui forme les anneaux, s'étant trouvée trop près de la planète, n'a pu s'agglomérer pour constituer un corps quelconque.

» Un autre fait très-remarquable que nous offre le premier satellite de Mars, c'est d'avoir une durée de révolution bien inférieure à la durée de rotation de la planète, qui est de vingt-quatre heures et demie. Jusqu'ici, pour tous les astres secondaires, planètes ou satellites, le mouvement de révolution s'accomplissait plus lentement que la rotation du corps principal, et l'on s'était habitué à regarder cela comme une loi générale, pouvant être formulée en ces termes : « Les corps secondaires sont tous situés au delà de la » limite qui correspond à la force centrifuge de l'astre central. » Laplace le dit même explicitement dans la Note où il a développé son hypothèse cosmogonique.

« Tous les corps qui circulent autour d'une planète ayant été, suivant cette hypothèse, formés par les zones que cette atmosphère a successivement abandonnées, et son mouvement de rotation étant devenu de plus en plus rapide, la durée de ce mouvement doit être moindre que celle de la révolution de ces différents corps; ce qui a lieu semblablement pour le Soleil comparé aux planètes. »

» Il y a donc, dans l'existence de ce premier satellite de Mars, une objection à la cosmogonie de Laplace qui suppose que les zones abandonnées l'une après l'autre, par une nébulosité sphéroïdale qui se refroidit, se condensent dans le plan de l'équateur précisément à la limite où la pesanteur vers le centre du sphéroïde fait équilibre à la force centrifuge correspondante à sa rotation. Mars présente ainsi une sorte d'anomalie qui paraît au premier abord sans exemple dans notre monde solaire. Mais j'ai fait observer en 1853, dans un Mémoire sur la figure des atmosphères des corps

célestes, qu'une moitié de l'anneau de Saturne se trouve également à l'intérieur de cette limite qui, pour Saturne, est près de deux fois le rayon de la planète. Si l'on veut rattacher l'origine de ces anneaux à la théorie de Laplace, il est donc nécessaire de la modifier. C'est par là que j'ai été amené à reconnaître l'existence d'anneaux intérieurs, bien distincts des zones équatoriales de Laplace, lesquelles se déposent à la limite dont il vient d'être parlé.

» Ainsi que je l'ai expliqué dans un précédent travail ([1]), la portion de la nébuleuse, qui devient libre à chaque progrès nouveau du refroidissement, provient de toute une nappe fluide qui s'étend jusqu'aux pôles, se déverse des deux côtés vers l'équateur, et enfin s'écoule au dehors par la ligne équatoriale comme par une sorte d'ouverture. Il en résulte que, en affluant à l'équateur, une partie de ces nébulosités y arrivent avec une vitesse de rotation insuffisante pour continuer à circuler extérieurement. Au lieu donc de se séparer de la nébuleuse, elles rentrent dans son atmosphère; et, si celle-ci est suffisamment raréfiée, elles peuvent s'y maintenir quelque temps, sous forme de traînées elliptiques ayant leur aphélie à la limite équatoriale. Celles de ces traînées dont l'excentricité est assez faible se transforment peu à peu, sous l'influence du milieu ambiant et à cause de la circulation de ce milieu, en un anneau ou un ensemble d'anneaux circulaires : telle est l'origine probable des anneaux de Saturne.

» Dans le système saturnien, les traînées circulant au voisinage de la planète se sont maintenues à l'état de poussières et ont conservé l'apparence d'anneaux, sans pouvoir s'agglomérer en une masse sphéroïdale, parce que leur distance à Saturne était inférieure à 2,44. L'anneau s'étend en effet de 1,5 à 2,4 environ. Il est formé de traînées sensiblement circulaires et d'inégale vitesse : pour les plus voisines de l'astre central, la période est moindre que $10^h 14^m$, durée de la rotation de Saturne. Le nombre $10^h 30^m$, donné par Herschel pour la rotation de l'anneau, se rapporte à une partie de l'anneau située au delà de la ligne de séparation.

» Le premier satellite de Mars doit avoir une origine analogue à celle des anneaux de Saturne, puisqu'il est, lui aussi, placé en deçà de la distance où un satellite exécuterait sa révolution en $24^h 37^m$, durée de la rotation de Mars : cette distance est de près de six rayons de Mars. Si un satellite a pu se former dans ces conditions, c'est que la distance des traînées nébuleuses aux dépens desquelles il s'est constitué était 2,7 ou un peu supé-

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 3 novembre 1873.

rieure à 2,44, limite au-dessous de laquelle un corps planétaire ne peut subsister et tend à se dissoudre en particules indépendantes. A une distance moindre que cette limite, une planète peut posséder un anneau, mais pas de satellite.

» En résumé, par sa distance à la planète et la durée tout à fait insolite de sa révolution, le premier satellite de Mars fournit des éléments précieux pour la vérification de la théorie que je viens de rappeler sommairement. Comparable à l'anneau intérieur de Saturne par son origine, comme lui il tourne plus vite que l'astre central, mais il est un peu plus écarté de sa planète, et c'est uniquement à cette circonstance qu'il doit d'exister. S'il y a autour de Mars des anneaux plus voisins, ce ne saurait être que des tourbillons de corpuscules isolés, dont la transformation en un astre proprement dit est impossible. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur la loi de réciprocité pour les invariants et covariants des quantics binaires.* Note de M. SYLVESTER.

« A un invariant ou covariant donné d'un quantic binaire du degré i de l'ordre j dans les coefficients, M. Hermite a montré qu'il répond toujours un invariant ou covariant (du même degré) de l'ordre i dans les coefficients, mais appartenant à un quantic du degré j, et il a fourni un procédé pour passer de l'un à l'autre.

» Je vais donner une généralisation de ce théorème en l'étendant à un système de quantics binaires, et une méthode plus facile pour faire la transformation pour le cas ou d'un seul quantic ou d'un système. Soit D un invariant ou covariant du degré δ appartenant à un système de quantics binaires des degrés respectifs $i, i', i'', \ldots$, dont l'ordre dans les coefficients des quantics est respectivement $j, j', j'', \ldots$. Je dis qu'il y répond un invariant Δ ou covariant du degré Δ appartenant à un système de quantics binaires des degrés respectifs $j, i', i'', \ldots$, dont l'ordre dans ces coefficients des quantics est respectivement $i, j', j'', \ldots$, de sorte qu'à une forme comprise dans le type $i, j;\ i', j';\ i'', j'', \ldots, : \delta$ il en répond une autre comprise dans le type $j, i;\ i', j';\ i'', j'', \ldots, : \delta$.

» Cela étant vrai pour le couple d'indices i, j sera nécessairement vrai pour tous les couples ou pour une combinaison quelconque des couples $i, j, \ldots;\ i', j', \ldots;\ i'', j'', \ldots$; mais il suffit évidemment de donner les règles de transformation pour l'échange entre eux d'un seul couple d'indices conjugués i et j.

» Pour l'effectuer, voici tout ce qui est nécessaire :

» Regardons le coefficient de x^i dans le quantic du degré i comme égal à un; alors tous les coefficients de ce quantic deviennent fonctions symétriques des racines $e_1, e_2, \ldots, e_i$. Qu'ils soient exprimés ainsi, alors chaque terme de D sera de la forme $M e_1^\alpha e_2^\beta e_3^\gamma \ldots e_i^\lambda$; bien entendu qu'un ou plusieurs des chiffres $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda$ peuvent devenir zéro.

» Au lieu de ce terme, écrivons

$$M\eta_\alpha\eta_\beta\eta_\gamma \ldots \eta_\lambda \quad \text{ou} \quad \eta_\alpha = (-)^\alpha \varepsilon_\alpha \ldots \varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_\alpha,$$

ε_α étant les éléments du quantic général $(\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_j)(x, y)^i$.

» L'expression ainsi obtenue sera évidemment de l'ordre i, quant aux coefficients ε, et de plus elle sera un invariant ou un covariant (du même degré que le primitif).

» La preuve en est facile, ne dépendant que de l'application de l'équation partielle différentielle, qui sert pour définir un invariant ou différentiant : elle est donnée avec des exemples de son application dans un Mémoire qui doit paraître prochainement dans l'*American Journal of Mathematics*, publié à Baltimore.

» Je me borne ici à ajouter quelques mots sur l'usage du terme *réciprocité*, sans lesquels on pourrait aisément se tromper sur la véritable portée du théorème; et, pour plus de clarté, je ne sortirai pas du cas le plus simple, celui d'un seul quantic du type $i, j : \delta$, dont le type conjugué sera $i, i : \delta$.

» Supposons que de d appartenant au premier type on ait passé à Δ appartenant au type conjugué $j, i : \delta$. Qu'on répète le procédé, on retournera au type donné $i, j : \delta$. Or il importe beaucoup de savoir si ou non on retournera à la forme donnée D en regardant si l'on veut comme identiques les formes qui ne diffèrent l'une de l'autre que par un multiplicateur numérique.

» Pour répondre à cette question, il sera bon de se servir d'une nouvelle définition. J'appelle la *multiplicité* d'un type $j, i : \delta$ le nombre de formes linéairement indépendantes qui y sont attachées, ou, ce qui revient au même, le nombre de paramètres numériques arbitraires de la forme la plus générale qui est représentée par ce type. On peut nommer ces formes ou ces types monadelphiques, diadelphiques, etc., selon la valeur de la multiplicité.

» Or, pour ces types monadelphiques en retournant au même type, on retourne nécessairement à la même forme, de sorte que la question que

j'ai proposée se limite nécessairement aux types polyadelphiques. Or je suis en mesure d'affirmer qu'en général, en transformant deux fois un quantic appartenant à un type de la multiplicité k, il n'y a que k formes particulières qui se reproduisent identiquement. En donnant des valeurs arbitraires aux k paramètres, on retourne au même type, sans retourner à la même forme, de sorte que D ne peut pas se déduire de Δ comme Δ de D; et ainsi la *réciprocité*, tellement nommée, est essentiellement une réciprocité de types et non pas de formes. Quant aux formes spéciales (disons principales) qui se reproduisent et qui possèdent des réciproques dans un sens étroit, il est facile de voir qu'on peut les déterminer avec l'aide d'une équation algébrique du degré k, très-analogue à l'équation pour trouver les axes principaux d'une courbe ou surface, ou hypersurface, etc., du second degré, j'ai expérimenté, comme on peut voir dans le Mémoire cité sur des types diadelphiques, et je trouve, dans les cas que j'ai étudiés, que les exercices de l'équation quadratique à résoudre sont rationnels; mais je ne puis affirmer que cela aura toujours lieu. L'équation dont je parle exprime le rapport numérique entre chaque forme principale et, si je puis me servir de l'expression, seconde *image*, c'est-à-dire l'image de Δ comme Δ est l'image de D. Ses racines ou au moins leurs rapports sont indépendants de toute convention, et sont en effet des constantes absolues de la raison humaine; ainsi il me paraît que la constitution de ces équations mérite d'être étudiée à fond. Sans la règle simplifiée que j'ai donnée pour trouver les images, le travail nécessaire dans le cas des types polyadelphiques serait, à cause de sa longueur, presque inexécutable, et même, avec cette simplification le travail est assez pénible. Quoique la nouvelle méthode de former l'image d'une dérivée invariantive possède (il me semble) un avantage considérable quant à la facilité du calcul, cependant la route frayée par M. Hermite a une très-grande utilité, car avec son aide on voit instinctivement que chaque invariant ou covariant binaire équivaut à un hyperdéterminant, et l'on peut même calculer par un procédé direct l'hyperdéterminant quireprésente un invariant ou covariant binaire donné.

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur la théorie des formes associées de MM.* Clebsch et Gordan. Note de M. SYLVESTER.

« Dans le Traité de Clebsch sur les formes binaires, on trouve un théorème très-remarquable sur ce qu'il appelle les *formes associées*, et sur le système le plus simple des formes associées.

» Je me bornerai à l'exposition et à la généralisation de cette dernière. Voici le théorème comme on le trouve dans le travail de M. Clebsch : Soient Q un quantic binaire quelconque du degré i, f un invariant ou covariant quelconque de Q. En choisissant convenablement le chiffre μ, $Q^\mu f$ sera une fonction entière et rationnelle de i invariants et covariants, constants et connus de Q, dont le premier sera Q et les autres; successivement de l'ordre 2 et 3 dans les coefficients de Q. Si l'on examine de près ce théorème avec l'aide de la conception et des propriétés des différentiants, voici à quoi il équivaut : Prenons la forme $x^i + px^{i-1} + qx^{i-2} + \ldots + l$.

» On sait bien qu'une fonction symétrique quelconque de ses racines sera une fonction rationnelle et entière des i coefficients donnés. Mais, si l'on se borne à une fonction symétrique des *différences* des racines, on peut ajouter (et voilà en quoi consiste essentiellement ce théorème de M. Clebsch ou de M. Gordan) qu'elle sera une fonction rationnelle et entière de $i-1$ fonctions alternativement de l'ordre 2 et de l'ordre 3 des coefficients, dont chacune sera elle-même une fonction des différences des racines.

» C'est par une analyse assez compliquée que MM. Clebsch et Gordan établissent leur théorème. Je le déduis par un calcul tout à fait élémentaire et presque instantané en me servant seulement de l'équation partielle différentielle qui sert à définir les invariants et les différentiants et avec ce grand avantage que, avec son aide, je passe immédiatement à l'extension du théorème au cas de système de quantics. Voici en effet le résultat auquel j'arrive avec cette méthode.

» Soit $Q_1, Q_2, Q_3, \ldots, Q_\lambda$ un système de quantics binaires. Prenons $(\lambda - 1)$ jacobiens indépendants quelconques des Q combinés en paires qu'on peut nommer $J_1, J_2, \ldots, J_{\lambda-1}$ et de plus prenons les a formes associées dans leur forme la plus simple qui appartiennent à $Q_1, Q_2, \ldots, Q_\lambda$ prises séparément. Alors, je dis que, f étant un invariant ou covariant quelconque du système des Q, on aura, en choisissant convenablement les chiffres μ_1, $\mu_2, \ldots, \mu_\lambda$, $Q_1^{\mu_1}, Q_2^{\mu_2}, \ldots, Q_\lambda^{\mu_\lambda}$, une fonction rationnelle et entière des formes associées propres à $Q_1, Q_2, \ldots, Q_\lambda$ et des quantités $J_1, J_2, \ldots, J_{\lambda-1}$.

» J'ajouterai encore un théorème que je crois être nouveau et qui se déduit immédiatement de ce dernier.

» Soient $a_1, b_1, \ldots; a_2, b_2, \ldots; a_\lambda, b_\lambda$ les deux premiers coefficients de Q_1, $Q_2, \ldots, Q_\lambda$ et prenons la forme linéaire $a_k x + b_k y$ (k étant choisi arbitrairement), que je nommerai u. Soit un invariant ou un covariant quelconque du système exprimé comme fonction de u et de y, alors tous les coefficients de F seront des différentiants en x, ce que M. Cayley nomme des *semi-*

invariants. Ainsi, par exemple, si l'on prend le covariant bien connu $(ac - b^2)x^2 + (ad - cb)xy + (bd - c^2)y^2$ appartenant à un seul quantic $(a, b, c, d)(x, y)^3$, on peut le mettre sous la forme

$$\frac{1}{a^2}(ac - b^2)(ax + by)^2 + (a^2 d - 3abc + 2b^3)(ax + by)y - (ac - b^2)^2 y^2,$$

où, en supposant $a = 1$, tous les coefficients deviennent des fonctions des différences des racines de $(1, b, c, d)(x, y)^3 = 0$.

» La preuve de ces théorèmes sera donnée dans l'*American Journal of Mathematics* publié à Baltimore (États-Unis de l'Amérique), qui doit paraître prochainement. »

MÉMOIRES LUS.

COSMOLOGIE. — *Présence de sphérules magnétiques, analogues à ceux des poussières atmosphériques, dans des roches appartenant aux anciennes périodes géologiques*. Note de MM. Stan. Meunier et G. Tissandier. (Extrait.)

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux).

« En étudiant au microscope les poussières de l'air et les sédiments fournis par la neige des Alpes et par les eaux pluviales recueillies dans plusieurs localités, et notamment à l'observatoire météorologique de M. Hervé Mangon, à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), l'un de nous y a reconnu des sphérules remarquables par la régularité de leur forme ([1]).

» Ces sphérules, constitués par de l'oxydule de fer, sont identiques à ceux que produit le fer métallique en brûlant dans l'air et l'analogie conduit à penser que, chaque fois qu'un fer météorique pénètre dans notre atmosphère, il doit en produire un grand nombre. En observant au microscope la croûte des météorites, on y distingue d'ailleurs des grains arrondis qui ne sont pas sans quelque ressemblance avec les précédents ([2]). En outre, les particules magnétiques retirées des sédiments atmosphériques ont donné à l'analyse des indices révélant la présence du nickel, et de nature, par conséquent, à les faire regarder comme météoritiques ([3]).

» Toutefois, si ces faits conduisent à faire supposer une origine cosmique

---

([1]) G. Tissandier, *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 576.
([2]) G. Tissandier, *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 76.
([3]) G. Tissandier, *Les poussières de l'air*, p. 49, 1877, Gauthier-Villars.

aux grains qui nous occupent, d'autres considérations invitent à rechercher s'ils ne dériveraient pas des masses de fer métallique qui brûlent autour de nous, par exemple en subissant les opérations métallurgiques, ainsi qu'en témoigne la richesse en sphérules de l'oxyde des battitures, et même en étincelant sous le choc du briquet (¹).

» Nous dirons, à cette occasion, que M. Daubrée a bien voulu nous communiquer la poussière magnétique qu'il recueille au fond des puits où le fer, soumis à l'action brisante de la dynamite, a révélé tant de faits importants de l'histoire des météorites. Le microscope nous a montré, dans cette poussière, de nombreux globules à surface lisse et brillante, et dont les irrégularités de forme s'expliquent sans doute par la violence avec laquelle ils ont été projetés, encore fondus, contre les parois du puits.

» Il nous paraît difficile d'attribuer à des sources terrestres l'immense quantité de sphérules que présentent les poussières ramassées dans les lieux les plus distants et dans les situations les plus diverses. C'est ainsi que l'étude des sables rapportés par la drague du fond des océans nous en a procuré des exemples nouveaux (²).

» Les faits qu'il nous reste à faire connaître sont bien plus décisifs encore. Il s'agit de la présence de sphérules magnétiques au sein même de sédiments dont la date de formation est bien antérieure à l'apparition de l'homme sur la terre.

» Au début de ces recherches, nous avons été frappés de l'abondance

---

(¹) Brard, *Minéralogie appliquée aux arts*, t. III, p. 143, 1821.

(²) M. le commandant Mouchez vient d'adresser au Muséum une nombreuse série de fonds de mer, qui ont été collectionnés sur les côtes de Tunisie et d'Algérie, et dont on s'occupe de faire l'analyse zoologique au laboratoire de Géologie du Muséum. Leur étude nous a fourni beaucoup de sphérules magnétiques. Nous citerons, en particulier, un sable quartzeux et calcaire, pris par 14 mètres de profondeur au mouillage de Beni-Saf, à 700 mètres de la côte; il renferme des globules dont le diamètre est d'environ $0^{mm},028$. Un sédiment à la fois quartzeux et argileux, qui se trouve à 11 mètres de profondeur, 2 milles au nord-est de Carthage, est encore bien plus riche, et les globules qu'il contient, parfois gros de $0^{mm},042$, ont offert à diverses reprises le petit goulot caractéristique des sphérules du briquet. Il en existe d'analogues et de plus gros encore, dans le sable qui constitue le fond de la mer, à 7 mètres de profondeur, devant la Goulette; dans l'argile ramenée de 270 mètres dans le golfe de Philippeville et dans plusieurs autres échantillons.

Dans une région bien différente, puisqu'il s'agit maintenant de l'autre hémisphère, M. l'amiral Serres a recueilli des sédiments marins qu'il a également donnés au Muséum. Les globules n'y font pas défaut; on les trouve même avec une abondance extrême dans le sable qui fait le fond de la baie de Possession; ils y atteignent $0^{mm},056$ de diamètre.

de beaux sphérules dans le sable extrait du puits artésien de Passy, à 569 mètres au-dessous de la surface du sol, sable qui appartient au gault. Leurs dimensions varient de $0^{mm},007$ à $0^{mm},020$. Ce sable ayant été exposé à l'air, on pouvait penser que les globules y étaient tombés récemment. En répétant les observations avec des mottes de sable du puits de Grenelle, mottes non défaites depuis leur dépôt, comme en témoigne la succession des couches planes qui le composent, nous avons retrouvé le même résultat. L'argile qui recouvre, à Grenelle, la couche aquifère renferme aussi des globules dans l'intérieur de la masse.

» Allant plus loin, nous avons examiné des roches dures dont on ne peut supposer le remaniement et dont nous avons fait disparaître toutes les surfaces exposées à l'air. Le *noyau* ainsi isolé a été enveloppé, puis broyé, sans choc, par écrasement dans un étau et la poudre a été soumise au triage à l'aimant. Pour répondre à l'objection qui consisterait à dire que les globules peuvent tomber de l'air dans les préparations, au cours des manipulations (ce qui serait s'exagérer beaucoup leur nombre dans l'atmosphère), nous avons traité exactement de la même manière des roches cristallines, et spécialement un gneiss du Simplon (8. R. 173), un micaschiste du Saint-Gothard (11. B. 14), une serpentine verte du Val d'Aoste (8. R. 197), etc., et nous n'avons jamais rien observé qui ressemblât, même de très-loin, aux globules proprement dits. Le même résultat négatif a été donné par l'examen d'une magnétite friable de Norvége.

» Traité par la méthode qui vient d'être décrite, un grès infra-liasique de Saint-Julien-lès-Metz (9. Z. 186) a présenté, au contraire, un sphérule presque parfait de $0^{mm},014$. Un psammite micacé du trias d'Esslingerberg, en Wurtemberg, (4. D. 79), en a fourni un de même dimension. Le grès ferrugineux permien de Salzbach, en Brisgau (O. 110. *a*), est infiniment plus riche. Une préparation que nous conservons au Muséum contient au moins quatre globules dont le diamètre varie de $0^{mm},014$ à $0^{mm},042$. L'un de ces sphérules, gros de $0^{mm},028$, est parfait et identique à ceux de la période actuelle. La richesse de cette roche nous a engagés à l'étudier avec un soin spécial; plusieurs préparations nous ont donné les mêmes résultats.

» Continuant à remonter la série des âges, nous avons examiné les sédiments carbonifères. Un pséphite, extrait d'un puits de mine de Saint-Avoldt, nous a donné un globule parfait de $0^{mm},01$. Plus ancien encore, un grès dévonien des environs de Villedieu (Manche) (2. A. 52) a offert plusieurs globules irréprochables, entre autres celui que présente une préparation conservée, et qui a $0^{mm},01$

» En résumé, les faits qui viennent d'être rapidement exposés montrent que les sédiments actuels de la mer, comme ceux des océans géologiques, renferment des globules semblables aux sphérules que l'atmosphère laisse constamment tomber à la surface de la terre. Nous n'avons jusqu'ici aucun moyen de les distinguer les uns des autres, puisqu'ils sont également noirs, sphériques et attirables, et nous sommes dès lors autorisés à les identifier entre eux. Si l'on admet cette conclusion, il faut reconnaître que les couches du globe renferment des matériaux d'origine cosmique dont la chute remonte à un passé des plus reculés. On comprendra l'importance qu'il y aurait à préciser, si faire se peut, l'époque où la terre a reçu, pour la première fois, cette contribution de l'espace. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur les formes vibratoires des corps solides et des liquides, à propos d'une Communication récente de* M. P. Dubois; par M. C. **Decharme.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Faye, Jamin, Resal.)

« Dans une Note de M. P. Dubois *Sur les vibrations transversales des liquides* (¹), est émise l'idée de substituer un liquide au sable qu'on emploie ordinairement pour étudier les vibrations des corps solides.

» Afin qu'il me soit possible de continuer des recherches déjà très-avancées, sans être accusé d'en avoir emprunté l'idée à un autre, j'ai l'honneur d'informer l'Académie que, depuis plus de six mois, je m'occupe de l'étude des formes vibratoires des corps solides et des liquides, et que j'emploie, pour déceler les vibrations des plateaux, plaques ou lames, disposés horizontalement, une couche d'eau de 1 à 3 millimètres d'épaisseur.

» Les premiers résultats de mes recherches sur ce sujet ont été communiqués, avec expériences à l'appui, à la Société académique de Maine-et-Loire, dans la séance du 29 novembre dernier, ainsi qu'en fait foi le procès-verbal de cette séance, dont je joins ici un extrait certifié :

« ..... M. Decharme communique à la Société des expériences sur les *formes vibratoires des*

(¹) *Comptes rendus*, séance du 4 février, p. 295 de ce volume.

vases et des plaques élastiques. Pour déceler ces formes sur les plateaux en verre, fixés horizontalement par leur centre et mis en vibration par l'archet, M. Decharme se sert, au lieu du sable ordinairement employé, d'*une mince couche d'eau,* qui montre le phénomène à l'état dynamique par l'apparition de réseaux striés, symétriques, très-étendus pour le son fondamental, et d'autant plus nombreux et délicats que le son rendu est plus élevé. Quelquefois, on distingue deux sortes de stries, appartenant à des sons simultanés.

» M. Decharme faisant remarquer que les vases, plateaux et plaques, donnent des stries semblables, dont la largeur est évidemment en rapport avec la hauteur des sons correspondants, n'ose cependant se prononcer sur ce point, parce qu'il n'a pas encore pu vérifier expérimentalement cette relation avec toute l'exactitude qu'il désire apporter à ce résultat capital; il espère y arriver au moyen de la photographie, qui reproduira en même temps l'ensemble symétrique des réseaux striés, lequel est d'un très-bel effet.

» Quant à l'explication du phénomène, M. Decharme pense que les stries périphériques du liquide contenu dans un vase vibrant indiquent les plis correspondants de la paroi, et que, pour les plaques, les réseaux (les réseaux excentriques surtout) décèlent les formes vibratoires des parties sous-jacentes des solides. »

MINÉRALOGIE. — *Séparation des éléments non ferrugineux des roches, fondée sur leur différence de poids spécifique.* Note de M. THOULET.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Le poids spécifique de la plupart des minéraux essentiels des roches varie entre 2,2 et 3. Il en résulte qu'on peut séparer ces minéraux les uns des autres, en les plongeant dans des solutions sans action chimique sur eux, et dont le poids spécifique se trouve compris dans les mêmes limites. Les solutions d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium remplissent ces conditions. En effet, on sait qu'une solution saturée d'iodure de potassium et d'iodure de mercure à la température de 11 degrés fournit un liquide dont la densité est de 2,77; par conséquent, on peut obtenir à l'aide de ces substances des liquides permettant de séparer le quartz d'avec les feldspaths, ceux-ci les uns des autres et tous de les isoler d'avec les minéraux, tels que le pyroxène, le mica, etc., qui possèdent une densité supérieure. Les méthodes d'analyse immédiate, employées jusqu'à ce jour en Minéralogie, avaient échoué devant le problème de la séparation des divers minéraux exempts de fer habituels dans les roches. Le procédé que nous proposons comble cette lacune.

» Pour l'employer commodément nous avons trouvé qu'il était utile d'adopter les dispositions suivantes. L'appareil se compose d'un tube gradué en verre, cylindrique, d'un rayon de 12 à 15 millimètres et haut de

30 centimètres; ce tube se rétrécit à la partie inférieure et se raccorde avec un tube plus petit, portant deux robinets séparés par un espace vide d'environ 1c,5 et auquel est soudé un tube coudé communiquant avec l'extérieur. Le gros tube se bouche par un bouchon en caoutchouc fermant hermétiquement et traversé par un tube ouvert à ses deux extrémités. L'appareil tout entier est supporté par un pied en bois; il est susceptible de s'élever ou de s'abaisser et est placé au-dessus d'un verre à précipité ou d'une capsule en verre.

» La liqueur d'iodure se prépare très-simplement en dissolvant dans l'eau alternativement et jusqu'à refus de l'iodure de potassium et de l'iodure de mercure. Elle offre l'avantage, lorsqu'on l'étend d'eau et que, par conséquent, on diminue sa densité, de ne point éprouver de contraction de volume pratiquement appréciable. Une série d'expériences directes a permis de constater qu'entre les densités calculée et réelle, la différence n'atteint jamais que le troisième chiffre après la virgule.

» Pour analyser une roche, on la pulvérise en grains assez fins pour que leur examen à l'aide d'une forte loupe montre que leur composition minéralogique est bien homogène. Les essais sont plus longs avec une poudre très-fine, mais ils réussissent aussi bien. On a préparé d'avance plusieurs flacons renfermant la liqueur à des degrés de concentration différents. On choisit parmi les grains quelques fragments types qu'on place dans un tube largement ouvert à l'une de ses deux extrémités, et n'ayant à l'autre extrémité qu'un trou très-fin qui permet l'accès du liquide dans le tube, mais qui retient les grains. On plonge ce tube dans des solutions titrées et l'on se rend compte par la chute de divers minéraux de leur densité respective. Cette évaluation rapide du poids spécifique s'exécutant pour chaque roche a pour but d'obvier à un inconvénient, c'est que le poids spécifique d'un même minéral varie entre certaines limites dans des gisements différents, et qu'il est tel cas où l'orthose, par exemple, est plus dense que le quartz, tandis que dans d'autres le caractère est inverse.

» Le poids spécifique des divers minéraux étant ainsi bien connu, on pèsera une certaine quantité de la roche pulvérisée et on la laissera tomber au sein de la liqueur; on fera le vide dans l'appareil à l'aide du petit tube supérieur mis en communication avec une machine pneumatique, de manière à chasser les bulles d'air adhérentes. Les minéraux les plus lourds descendront immédiatement et, quand ils seront réunis, on les soutirera. On calculera le volume d'eau à ajouter à la liqueur type de volume connu pour la ramener à une densité capable de laisser tomber un élément de la

roche à l'exclusion des autres; en insufflant de l'air par le petit tube coudé latéral, on mélangera intimement les deux liquides et l'on procédera ainsi par additions successives d'eau distillée et par soutirages à la séparation qualitative et quantitative de tous les éléments de la roche. Les diverses fractions de la liqueur seront réunies et n'auront besoin que d'être évaporées pour être ramenées à leur densité primitive et pouvoir être utilisées de nouveau.

» L'examen microscopique ou chimique des poudres diverses provenant d'une telle opération justifie l'emploi de la méthode employée. L'attaque des poudres par l'acide fluorhydrique donne particulièrement des renseignements précieux sur les résultats obtenus [1].

» Depuis le jour où j'ai commencé cette série d'études, une publication récente (*Mineralogical Magazine*, novembre 1877) a fait connaître que M. Church avait indiqué un procédé de ce genre comme susceptible de s'appliquer à la séparation d'un grand nombre de minéraux. Le but principal de l'auteur semble avoir été la distinction des pierres employées en joaillerie, tandis que mes recherches, basées sur la non-contraction sensible d'un mélange d'eau et de liqueur, ont pour objet la séparation méthodique des minéraux intégrants des roches par la modification progressive, continue et rigoureuse de la densité d'une même liqueur type au sein de laquelle ils sont contenus. L'appareil de M. Church, tant par ses dispositions générales que par son manque de graduation, se prêterait difficilement à un triage exact, même qualitatif; les expériences auxquelles je viens de me livrer me font espérer que les dispositions adoptées par moi permettent un dosage à la fois qualitatif et quantitatif. »

VITICULTURE. — *Sur l'état des vignes phylloxérées dans la commune de Mezel (Puy-de-Dôme)*. Note de M. TRUCHOT. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La découverte de l'existence du fléau, dans le département du Puy-de-Dôme, date du 24 mai 1875. A partir du 15 juillet suivant, un traitement

---

[1] Comme exemple des applications de cette méthode, qui ont déjà été faites, je citerai un granite de Réville, qui a donné :

Mica.....	3,9	à	4,1
Quartz.......	40	à	42
Feldspath.....	56	à	54
	99,9		100,1.

au sulfocarbonate de potassium fut appliqué sur les parcelles atteintes et l'on put constater l'heureux effet de ce traitement.

» L'année suivante, 1876, à partir du 20 juillet, un second traitement, semblable au premier, fut décidé et fut suivi d'un résultat aussi avantageux. Il fut constaté que si nous ne faisions pas périr tous les insectes, du moins le mal ne s'étendait pas; bien plus, les vignes atteintes, aux pampres rabougris, que les vignerons s'attendaient à voir périr, avaient repris une vigueur nouvelle et ont donné une récolte passable.

» Deux taches, éloignées du foyer principal de 200 à 300 mètres, furent alors découvertes : elles dataient vraisemblablement de deux ou trois ans, et elles furent traitées à leur tour. Au printemps de cette année 1877, toute la surface envahie a été de nouveau soumise à l'action du sulfocarbonate de potassium, appliqué au moyen de pals qui rendent le traitement plus simple et plus économique. Une seconde application eut lieu au mois de juillet dernier, avec du sulfocarbonate accordé au département par l'Académie des Sciences. Cette fois, par mesure de prudence, nous avons étendu le traitement au delà des limites des taches phylloxérées et 1^{hect},5 environ a reçu l'insecticide.

» La récolte a sans doute été inférieure à celle des vignes non attaquées, mais non pas d'une quantité considérable; pour certaines parties très-endommagées au début, c'est une vraie résurrection : il faut attribuer ce résultat au sulfocarbonate de potassium, qui a agi à la fois comme insecticide pour débarrasser les racines de leurs ennemis, et comme engrais puissant par la potasse qu'il a fournie au sol.

» Est-il possible, par les procédés recommandés et en particulier par celui que nous employons, et qui nous paraît avoir fait ses preuves, de détruire jusqu'au dernier Phylloxera? Je ne le pense pas, il échappera toujours une mère pondeuse ou un œuf, et il faudra compter avec eux. En effet, en octobre dernier, des Phylloxeras aptères ont été trouvés, en petit nombre, sur quelques souches. De plus, à une distance de 200 mètres environ à l'est de la vigne de M. Archambaud, le foyer primitif, deux nouvelles taches ont été découvertes; elles viennent d'être traitées. »

M. Ch. Bivort, M. Garros, M. L. Monier, M. L. Weiff, M. Correcf, M. Lenfranc, M. Mireur, M. J. Marty, M. A. Bidouillat, M. C. Cassius, M. J. Maistre, M. J. Mounier, adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. F. Tisserand prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Le Verrier.*

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Mallet, MM. H. Lepage et Ch. Patrouillard adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet, dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Théorie de Vesta. Perturbations dépendant de la première puissance des masses perturbatrices.* Note de M. G. Leveau, présentée par M. Faye.

« Dans ses dernières leçons à la Sorbonne, M. Le Verrier, pressentant peut-être que sa Théorie de Saturne ne pourrait pas lui fournir une valeur définitive de la masse de Jupiter, recommandait aux astronomes l'étude complète des quatre petites planètes découvertes au commencement du siècle. Déjà Damoiseau, appliquant aux planètes Cérès et Junon les formules de la *Mécanique céleste*, avait entrepris la détermination de leurs perturbations absolues. Les premiers résultats de son travail ont été publiés dans les additions à la *Connaissance des Temps* pour 1846.

» Parmi les différentes méthodes que l'on peut employer pour former la théorie complète d'une planète, celle que Hansen a développée dans plusieurs Mémoires, insérés dans les publications de l'Académie de Saxe, est regardée, par un grand nombre d'astronomes, comme la plus convenable pour le calcul des perturbations absolues des petites planètes.

» J'ai dû vaincre les difficultés que présente la première application complète d'un nouveau procédé en déterminant, par la méthode de Hansen, les perturbations absolues de la planète Vesta, la plus brillante du système compris entre Mars et Jupiter, et dont on possède une longue suite d'observations méridiennes. L'exécution de ce travail facilitera la théorie plus complexe de la planète Pallas.

» J'ai pris pour base les éléments osculateurs donnés par M. Farley, dans le supplément au *Nautical Almanac* de 1860. Les éléments de Mars

ont été empruntés au tome VI des *Annales de l'Observatoire*. Quant à ceux de Jupiter et Saturne, M. Le Verrier, qui approuvait ce travail, avait bien voulu me les communiquer avant leur publication.

» Désignant par ε l'anomalie excentrique de la planète troublée, par c et c' les anomalies moyennes de la planète troublée et de la planète troublante à l'origine du temps, et par $\mu = \frac{n'}{n}$ le rapport des moyens mouvements des deux planètes, on trouve pour les expressions complètes de *l'anomalie moyenne troublée, de la perturbation du logarithme du rayon vecteur* (calculé lui-même avec l'anomalie corrigée) *et de la perturbation perpendiculaire au plan de l'orbite* les résultats suivants :

Vesta. — Époque : 1856, décembre 17,0, t. m. Paris.

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
0	0	194° 2′ 29″, 55		+ 115″, 72		— 0″, 72	
0	0	+ 977″, 604 30 nt		— 0″, 034 76 nt		+ 0″, 168 66 nt	
1	0	+ 148″, 55	— 538″, 07	+ 272″, 34	+ 73″, 93	+ 14″, 77	+ 15″, 15
1	0	— 4″, 532 60 nt	+ 0″, 767 44 nt	— 0″, 385 29 nt	— 2″, 266 30 nt	— 1″, 870 06 nt	— 1″, 337 85 nt
2	0	— 3,55	+ 12″, 21	— 0,05	— 0″, 14	— 0″, 05	+ 0″, 16
2	0	+ 0″ 102 19 nt	— 0″, 017 38 nt				
3	0	+ 0,01	— 0,01	+ 0,01	0,00	0,00	— 0″, 01

(Les perturbations sont exprimées en centièmes de seconde.)

Jupiter et Vesta. $\log \mu = \bar{1},4856945$

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
—2	—1	— 5	— 2	— 1	+ 2	— 3	— 1
—1	—1	+ 82	+ 36	+ 38	— 58	+ 139	+ 41
0	—1	+ 1404	+ 2259	+ 171	+ 56	+ 314	— 47
1	—1	+ 9708	+ 6268	— 2308	+ 3580	— 139	+ 181
2	—1	— 145	+ 15	— 92	+ 33	+ 51	+ 122
3	—1	— 1	— 11	+ 6		— 3	— 5
—1	—2	+ 6	— 6	— 3	— 4	+ 13	— 8
0	—2	+ 246	— 42	+ 69	+ 145	+ 178	— 204
1	—2	+ 14786	— 5322	+ 1650	+ 4203	— 262	+ 471
2	—2	+ 11713	— 5988	+ 3724	+ 7312	+ 35	+ 96
3	—2	— 344	+ 135	+ 19	— 23	— 27	— 4
4	—2	+ 3	+ 2	— 1	+ 2	+ 1	
—1	—3	+ 3	— 2	— 1		+ 1	— 2
0	—3	+ 19	— 118	+ 44	+ 79	+ 46	— 246
1	—3	+ 32784	— 33463	+ 2987	+ 2576	— 73	+ 46
2	—3	+ 16277	— 23897	+ 12559	+ 8646	+ 760	+ 1286
3	—3	— 496	+ 1921	— 1014	— 81	— 17	
4	—3	+ 16	— 37	— 4	+ 11	+ 5	— 6
5	—3	— 1			— 1		
0	—4	+ 4	+ 5	— 2	— 4	+ 6	+ 14
1	—4	+ 260	— 668	— 241	— 44	+ 38	+ 41
2	—4	— 208	+ 4007	— 1750	— 59	— 207	— 142
3	—4	+ 404	+ 843	— 626	+ 256	— 62	+ 1
4	—4	— 234	— 190	+ 134	— 184	+ 2	— 4
5	—4	+ 2	+ 8	— 2	— 5	+ 1	+ 2
0	—5	+ 1				+ 1	+ 1
1	—5	+ 4	— 20	— 19	+ 7	+ 12	+ 4
2	—5	+ 388	+ 658	— 208	+ 139	— 31	— 5
3	—5	+ 475	+ 344	— 220	+ 285	— 51	+ 24
4	—5	— 219	— 41	+ 28	— 156	+ 7	— 12
5	—5	+ 72	— 26	+ 24	+ 57	+ 1	+ 1
6	—5	— 2	— 2	+ 2	+ 1	— 1	
1	—6	+ 5	— 3	— 3	+ 1	+ 5	— 2
2	—6	+ 552	+ 259	— 30	+ 87	— 3	— 1
3	—6	+ 541	+ 36	— 23	+ 292	— 35	+ 46
4	—6	— 108	+ 35	— 23	— 68	+ 1	— 11
5	—6	+ 41	— 46	+ 36	+ 32	+ 2	+ 3
6	—6	— 5	+ 22	— 18	— 3	— 1	
7	—6	+ 1		— 1	+ 1		

Jupiter et Vesta (suite). $\log\mu = 1,4856945.$

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
1	− 7				− 1	− 1	+ 1
2	− 7	+ 89	− 8	− 5	− 15	− 1	+ 3
3	− 7	− 177	+ 104	− 50	− 82	+ 3	− 19
4	− 7	− 23	+ 33	− 22	− 19	− 2	− 6
5	− 7	+ 7	− 30	+ 22	+ 6	+ 3	+ 2
6	− 7	+ 6	+ 19	− 16	+ 5	− 1	
7	− 7	− 5	− 5	+ 4	− 5		
8	− 7				− 1		
2	− 8	+ 1		− 1	− 1		+ 1
3	− 8	− 11	+ 24	− 9	− 4	− 1	− 2
4	− 8	− 2	+ 20	− 12	− 1	− 2	− 2
5	− 8	− 4	− 12	+ 8	− 2	+ 2	
6	− 8	+ 8	+ 8	− 6	+ 6	− 1	
7	− 8	− 7	− 2	+ 2	− 6		
8	− 8	+ 2	− 1	+ 1	+ 2		
3	− 9	+ 2	+ 16	− 3	+ 1		
4	− 9	+ 6	+ 11	− 6	+ 3	− 2	
5	− 9	− 4	− 3	+ 2	− 2	+ 1	
6	− 9	+ 4	+ 1	− 1	+ 3		+ 1
7	− 9	− 4	+ 1	− 1	− 3		
8	− 9	+ 2	− 2	+ 2	+ 2		
9	− 9		+ 1	− 1			
3	− 10	+ 20	+ 7		− 2		
4	− 10	− 15	− 7	+ 3	− 8	+ 2	− 1
5	− 10	− 1			− 1		
6	− 10	+ 2			+ 1		
7	− 10	− 1	+ 1	− 1	− 1		
8	− 10	+ 1	− 1	+ 1	+ 1		
9	− 10		+ 1	− 1			
4	− 11	− 1					
5	− 11	− 1					
6	− 11						
7	− 11		+ 1				
8	− 11		− 1	+ 1			
9	− 11		+ 1				
5	− 13		+ 1	− 1			

Saturne et Vesta. $\log\mu = \bar{1},0906610.$

ε	$c' + \mu c - \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
− 1	− 1	+ 2	+ 17	+ 10	− 1	+ 3	+ 6
0	− 1	− 25	+ 211	− 2	− 4	+ 1	+ 1
1	− 1	− 138	+ 419	− 188	− 62	− 6	+ 5
2	− 1	+ 5	− 10	+ 1	+ 1	− 1	+ 1
− 1	− 2		+ 1				+ 1
0	− 2	− 8	+ 24	− 10	− 8	− 1	+ 5
1	− 2	− 284	+ 381	− 168	− 126	+ 5	− 28
2	− 2	− 123	+ 153	− 110	− 89		
3	− 2	+ 4	− 5	+ 1			
0	− 3		+ 3	− 2	− 2		+ 1
1	− 3	− 68	+ 80	− 32	− 28	+ 2	− 5
2	− 3	− 54	+ 54	− 36	− 35	+ 1	− 2
3	− 3	+ 15	− 10	+ 7	+ 11		
0	− 4		+ 1				
1	− 4	− 14	+ 13	− 5	− 5		− 1
2	− 4	− 17	+ 13	− 8	− 10	+ 1	− 1
3	− 4	+ 7	− 4	+ 2	+ 5		
4	− 4	− 2	+ 1		− 2		
1	− 5	− 3	+ 3	− 1	− 1		
2	− 5	− 5	+ 3	− 2	− 3		
3	− 5	+ 2	− 1	+ 1	+ 1		
4	− 5	− 1			− 1		
1	− 6	− 1					
2	− 6	− 1	+ 1		− 1		
2	− 7	− 1					

Mars et Vesta. $\log\mu = 0,2854979.$

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
0	− 1	− 3					
1	− 1	+ 116	− 8	− 2	− 48		− 6
2	− 1	+ 89	− 943	+ 45	+ 1	− 1	
3	− 1	+ 3	+ 2		+ 2	+ 4	− 1
2	− 2	− 3	− 9	− 6	+ 1		
3	− 2	+ 82	+ 65	+ 29	− 36	+ 3	− 3
4	− 2	+ 147	+ 2	+ 2	+ 11		
5	− 2	− 1	+ 1				
3	− 3	+ 1			− 1		
4	− 3	+ 3	− 5	− 3	− 2		
5	− 3	+ 3	+ 30	+ 12	− 2	+ 1	
6	− 3	+ 16	+ 17	− 1	+ 2		
5	− 4	+ 1	+ 1		− 1		
6	− 4	+ 2	− 1		− 2		
7	− 4	− 6	+ 7	+ 3	+ 2		
8	− 4		+ 5	− 1			
7	− 5		+ 1				
8	− 5	+ 1	+ 1		− 1		
9	− 5	− 3	+ 1		+ 1		
10	− 5	− 1	+ 1				
10	− 6		+ 1				
11	− 6	− 1	− 1				

» Dans une Communication ultérieure, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les perturbations du second ordre par rapport aux masses. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions spéciales au contour des plaques.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

« L'Académie voudra bien me permettre de revenir encore sur cette question, la plus délicate peut-être dont les géomètres se soient occupés dans la théorie de l'élasticité, et que la discussion actuelle me semble propre à éclaircir complétement.

» 1. Et d'abord, je regarde comme acquis les deux points suivants, traités dans ma première Note (*Comptes rendus*, 17 décembre 1877, p. 1159) : le second est accordé par M. Maurice Levy, et le premier n'a été abordé par lui, ni dans sa Note du 31 décembre 1877, ni dans celle du 4 février courant. 1° Les termes complémentaires qu'introduit M. Levy à côté de ceux que l'on connaissait, dans l'intégrale de chaque problème particulier, sont insignifiants à quelque distance du bord de la plaque; car leur somme décroît à fort peu près, le long d'un chemin n normal au contour, comme l'exponentielle $e^{-\frac{\pi n}{2\varepsilon}}$, où 2ε désigne la petite épaisseur de la plaque. 2° La méthode qui les a donnés à M. Levy ne fournit pas seulement une solution conforme aux conditions de Poisson : elle en donne une infinité, différant entre elles de quantités comparables à ce dont elles diffèrent de la solution plus simple dont il vient d'être parlé, trouvée par Kirchhoff, qui n'y emploie que les intégrales classiques. La solution la plus générale ainsi obtenue permet de se donner arbitrairement, non-seulement le couple de flexion, l'effort tranchant et le couple de torsion, comme le demandent les conditions de Poisson, mais même la distribution, aux divers points de chaque génératrice du cylindre contournant, des pressions extérieures dont le couple de torsion est l'équivalent statique. Ainsi les conditions de Poisson, trop nombreuses quand on se borne à la solution approchée la plus simple, le sont au contraire trop peu et laissent le problème indéterminé, dès qu'on demande une solution plus exacte.

» 2. Il est certain que les conditions de Poisson résultent rigoureusement de celles, en nombre infini, dont une théorie exacte aurait à tenir compte, et qui consisteraient à égaler les trois composantes de la pression intérieure, le long de chaque génératrice du cylindre contournant, à trois fonctions arbitraires de z représentant les composantes analogues de la pression extérieure. Mais il reste à voir si ces diverses conditions sont toutes *obligatoires* pour une théorie *approchée*. Or M. Levy renonce à donner la théorie exacte, par le fait même que la plus générale de ses intégrales ne contient

qu'une fonction arbitraire de z, au lieu des trois qu'il faudrait. Dès lors, pour lui comme pour tout le monde, la question est de savoir si, parmi les conditions définies ou leurs combinaisons, quelques-unes seulement correspondent aux déformations générales éprouvées par la plaque, tandis que les autres, en nombre infini, exprimant des détails peu importants du mode de distribution des actions extérieures dans chaque région du contour, correspondraient à des perturbations locales négligeables pour le physicien. Une théorie approchée n'aurait à tenir compte que des premières, et le géomètre y profiterait de l'indétermination ainsi introduite, pour réduire l'intégrale au type le plus simple qui les vérifierait. *Rien ne peut dispenser de cette discussion;* car, jusqu'à ce qu'elle soit faite, il y a lieu de craindre que les types *connus* les plus généraux d'intégrales ne permettent pas de satisfaire à toutes les conditions *importantes*, et, par suite, ne donnent pas, même en pratique, *la plus grossière approximation.* Le problème de Poisson n'est qu'un problème artificiel, lorsqu'on refuse, comme M. Levy, d'y faire le discernement dont il s'agit.

» Force est donc de recourir au principe qui rend possible ce discernement, et qui d'ailleurs ne paraît pas moins certain au bon sens que les bases même de la théorie de l'élasticité; puisqu'il consiste à dire que des forces extérieures en équilibre sur un solide élastique, et appliquées toutes à l'intérieur d'une sphère donnée, ne produisent pas de déformations sensibles à des distances de cette sphère très-grandes par rapport à son rayon. On ne peut guère qualifier un tel principe d'*empirique :* le fût-il, que notre science, tout en regrettant de ne l'avoir pas encore déduit des équations générales de l'élasticité, devrait s'en contenter, car elle n'a pas trop de tous ses moyens de connaître. Or il justifie, *au même degré :* 1° la réduction des forces s'exerçant sur le contour d'une plaque mince fléchie à des couples de flexion, des efforts tranchants et des couples de torsion; 2° la fusion de ceux-ci, par une rotation de 90 degrés, dans les efforts tranchants. Pourvu que le résultat de cette fusion (résultat qu'on peut appeler *effort tranchant total*) et le couple de flexion soient les mêmes en chaque région du contour, dans deux systèmes de forces extérieures, ces deux systèmes produisent les mêmes effets généraux sur la plaque, vu que (abstraction faite de perturbations localisées sur le contour) ils sont tous les deux équivalents à un même système type où les couples de torsion seraient nuls. Quant aux efforts tranchants et aux couples de torsion pris à part, ils restent des fictions sans valeur pratique : inutiles dans une théorie approchée, qu'intéresse seulement le résultat de leur fusion, ils ne le seraient pas

moins dans une théorie exacte, où l'on s'occuperait des pressions *individuelles* exercées aux divers points d'une génératrice du cylindre contournant, sans avoir à les composer en une force et un couple. D'ailleurs, les fondre ensemble, avec M. Kirchhoff, c'est simplement réduire à leur plus simple expression, comme il vient d'être dit (n° 1), les propres résultats obtenus par M. Lévy, *en les débarrassant des petits termes que les conditions de Poisson ne suffisent pas à déterminer.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les conditions pour qu'une forme quadratique de n différentielles puisse être transformée de façon que ses coefficients perdent une partie ou la totalité des variables qu'ils renferment.* Note de M. **Maurice Levy**.

« Soit une forme quadratique des différentielles $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ de n variables indépendantes x_i

$$\frac{1}{2}\sum_{ij} a_{ij}dx_i dx_j, \tag{1}$$

dont les coefficients $a_{ij} = a_{ji}$ sont des fonctions de ces variables. Il s'agit : 1° au moyen d'opérations purement différentielles, effectuées sur les fonctions données a_{ij}, de reconnaître si, par un changement convenable des variables, on peut transformer l'expression (1) en une autre

$$\frac{1}{2}\sum_{ij} a'_{ij}dx'_i dx'_j, \tag{1'}$$

dont les coefficients a'_{ij} ne contiennent plus que $n-k$ des nouvelles variables; 2° de trouver les nouvelles variables x'_i qui résolvent le problème toutes les fois qu'il a été reconnu possible.

» Soit Δ le discriminant de la forme donnée, c'est-à-dire le déterminant

---

[1] Le système proposé de pressions extérieures pouvant être remplacé, dans le calcul des effets généraux produits, par un autre où les couples de torsion sont nuls, et M. Levy admettant d'autre part que, avec ce dernier système, les couples de torsion ne s'annulent pas à l'intérieur, quoiqu'ils s'annulent à la surface, il ne reste rien de la prétendue objection, fruit de quelque malentendu, d'après laquelle je devrais, à mon point de vue, annuler partout les couples de torsion. Inutile d'ajouter que les modes de déformation pour lesquels les couples de torsion s'annulent sur tout le cylindre contournant ne sont qu'un type servant à reconnaître l'équivalence des autres modes : ils diffèrent de ceux que représentent les intégrales classiques, et les forces N, T doivent y avoir des expressions très-complexes, encore inconnues dans leur forme générale.

symétrique formé par les lettres a_{ij}; posons $\frac{1}{\Delta}\frac{d\Delta}{da_{ij}} = A_{ij}$; enfin, z étant une fonction quelconque des n variables données x_i, désignons par les lettres p_i, ses n dérivées partielles $\frac{dz}{dx_i}$.

» Quelles que soient les nouvelles variables x'_i, désignons par Δ', A'_{ij}, p'_i les quantités analogues à Δ, A_{ij}, p_i relatives à la forme (1').

» Il résulte des propriétés élémentaires des formes quadratiques que l'équation à dérivées partielles du premier ordre

$$(2) \qquad \sum_{ij} A_{ij} p_i p_j = H = \text{const.},$$

par la substitution de nouvelles variables quelconques x'_i à celles x_i, se transforme en la suivante :

$$(2') \qquad \sum_{ij} A'_{ij} p'_i p'_j = H.$$

» Nous l'appellerons l'*équation corrélative* de la forme donnée.

» Cela étant, nous allons démontrer le théorème suivant :

» Théorème. — *Pour qu'une forme quadratique des différentielles de n variables indépendantes, dont les coefficients sont des fonctions de ces variables, puisse être transformée de façon que les nouveaux coefficients ne renferment plus que $n-k$ variables, il faut et il suffit que, parmi les systèmes en nombre infini de $n-1$ équations qu'il est possible d'adjoindre à l'équation à dérivées partielles corrélative de cette forme, pour l'intégrer par la méthode de Jacobi, il s'en trouve un comprenant k équations linéaires.*

» Pour démontrer cette proposition, je m'appuierai sur ce lemme qui n'a peut-être pas encore été démontré, mais qui est vrai et que je supposerai établi : étant données deux fonctions F et f de n variables indépendantes x_i et des n dérivées partielles p_i, le crochet (F, f) est un invariant *absolu*.

» Cela admis, je dis d'abord que la condition indiquée est nécessaire. En effet, supposons qu'on ait pu changer la forme (1) en une autre (1') dont les coefficients ne contiennent plus que $n-k$ des variables x'_i, par exemple, celles x'_j dont l'indice est supérieur à k, tandis qu'ils sont indépendants de celles x'_s dont l'indice est égal ou inférieur à k. Les coefficients A'_{ij} de l'équation à dérivées partielles (2') jouiront de la même propriété. Si donc on écrit les k équations

$$(3') \qquad p'_s = C_s = \text{const.} \, (s = 1.2.3\ldots k),$$

on aura identiquement $(H, C_s) = 0$, $(C_s, C_{s'}) = 0$.

» Revenons maintenant aux variables données x_i; l'équation (2') se changera en celle (2); les équations linéaires (3') resteront linéaires de la forme

(3) $$\sum P_i^s p_i = C_s \; (s = 1.2.3\ldots k),$$

et comme, en vertu du lemme invoqué, les crochets (H, C_s) et $(C_s, C_{s'})$ ne sont pas modifiés par ce changement de variables, ils seront encore identiquement nuls pour les équations (2) et (3).

» Je dis maintenant que réciproquement, si les quantités (H, C_s) et $(C_s, C_{s'})$ sont identiquement nulles pour l'équation (2) et un système de k équations linéaires (3), la forme (1) pourra, par un changement convenable des variables, être transformée en une autre (1') dont les coefficients ne contiendront plus que $n - k$ variables.

» En effet, puisque, par hypothèse, les quantités $(C_s, C_{s'})$ sont identiquement nulles, le système des k équations (3) admet une solution commune avec $n - k$ constantes arbitraires, et cela quelles que soient les constantes C_s. Soit $z = x'_s$ $(s = 1.2.3.\ldots k)$ une solution particulière commune à ces équations répondant à la valeur 1 de la constante C_s et à des valeurs nulles des $k - 1$ constantes $C_{s'}$ d'indices s' différents de s. Il est clair que $z = \sum_{s=1}^{s=k} C_s x'_s$ sera une solution particulière commune, quelles que soient les constantes C_s, et la solution commune générale s'obtiendra en ajoutant à cette solution particulière la solution générale des équations (3) privées de leurs seconds membres.

» Ces équations, privées de leurs seconds membres, forment un système jacobien, admettant $n - k$ solutions communes distinctes. Soient x'_{k+1}, $x'_{k+2}, \ldots, x'_n$ ces solutions; la solution générale sera une fonction arbitraire φ de ces quantités, en sorte que la solution commune générale des équations (3) avec leurs seconds membres sera

(4) $$z = \sum_{s=1}^{s=k} C_s x'_s + \varphi(x_{k+1}, x'_{k+2}, \ldots, x'_n).$$

Prenons les n quantités x'_i qui entrent dans cette équation pour nouvelles variables à la place des variables x_i; la forme (1) se changera en une forme (1'); l'équation (2) en celle (2'); quant aux k équations (3), il est aisé de voir qu'elles se changeront simplement en les équations (3'). Or, les crochets (H, C_s) des équations (2) et (3) étant, par hypothèse, iden-

tiquement nuls, il en est de même, en vertu du lemme déjà rappelé, des crochets de même nom formés avec les équations (2′) et (3′). Mais ces derniers crochets sont simplement $\sum_{ij} \frac{dA'_{ij}}{dx'_s} p_i p'_j = 0$ ($s = 1, 2, 3, \ldots k$).

» Pour que le premier membre soit identiquement nul, il faut que chacun des coefficients $\frac{dA'_{ij}}{dx'_s}$ qui y entrent le soit; donc tous les coefficients A'_{ij} sont indépendants des k variables x'_s.

» Il résulte d'ailleurs des propriétés élémentaires des déterminants que les a'_{ij} se déduisent des A'_{ij} par les équations linéaires $\sum_j A'_{ij} a'_{i'j} = 1$ ou 0, selon que i' est égal ou non à i; donc les coefficients a'_{ij} de la forme (1) sont eux-mêmes indépendants des k variables x'_s, ce qu'il fallait démontrer, et la démonstration donne en même temps le moyen de trouver les variables x'_i, qui fournissent le résultat demandé.

» *Remarque*. — Pour qu'une forme quadratique de n différentielles puisse être transformée de façon que ses coefficients perdent toutes les variables qu'ils renferment, il faut et il suffit qu'il existe un système jacobien de n équations linéaires de la forme (3), *algébriquement* compatible avec l'équation (2). Ce cas particulier a été étudié d'une autre manière par MM. Christoffel et Lipschitz. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule sommatoire de Maclaurin et les fonctions interpolaires.* Note de M. **Genocchi**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans une *Note sur quelques formules sommatoires,* parue en 1855 (Rome, *Annales de Tortolini*), j'avais retrouvé la formule de Maclaurin et les théorèmes de M. Malmsten, par un procédé qui me semble digne d'attention. Ayant, par le théorème de Taylor,

$$f(x+\alpha h) = f(x) + \frac{\alpha h}{1} f'(x) + \frac{\alpha^2 h^2}{1.2} f''(x) + \ldots$$
$$+ \frac{\alpha^n h^n}{1.2\ldots n} f^n(x) + \int_0^{\alpha h} \frac{(\alpha h - z)^n}{1.2\ldots n} D_x^{n+1} f(x+z)\, dz,$$

j'intègre par Σ les deux membres par rapport à α considérée comme une variable indépendante de x, et, dans chaque intégrale aux différences finies, je retiens seulement le coefficient de la première puissance de α. Je

pose, en outre,

$$\Delta x = 1, \quad \Delta x = h, \quad \Sigma f(x) = F(x);$$

d'où

$$f(x) = F(x+h) - F(x),$$

et, par suite,

$$\Delta_\alpha F(x+\alpha h) = F(x+\alpha h + h) - F(x+\alpha h) = f(x+\alpha h),$$

ce qui donne

$$F(x+ah) = \Sigma_\alpha f(x+\alpha h) + X,$$

X étant une fonction de x seulement. Ainsi les coefficients de α dans $\Sigma_\alpha f(x+\alpha h)$ et $F(x+\alpha h)$ auront pour valeur commune $hF'(x)$. D'ailleurs, on vérifie aisément que, si l'on nomme B_0, B_1, B_2, B_3, ... les coefficients de α dans les valeurs des intégrales $\Sigma\alpha$, $\Sigma\alpha^2$, $\Sigma\alpha^3$, ..., B_0 sera $-\frac{1}{2}$, B_1, B_3, B_5, ... seront les nombres de Bernoulli, et B_2, B_4, B_6, ... seront tous égaux à zéro. On en conclut

$$hF'(x) = f(x) + B_0\frac{h}{1}f'(x) + B_1\frac{h^2}{1.2}f''(x) + B_3\frac{h^4}{1.2.3.4}f^{\text{IV}}(x) + \ldots$$
$$+ B_{n-1}\frac{h^n}{1.2\ldots n}f^n(x) + R_n,$$

où R_n désigne le coefficient de α dans l'intégrale

$$\Sigma_\alpha \int_0^{\alpha h} \frac{(\alpha h - z)^n}{1.2\ldots n} D_x^{n+1} f(x+z)dz,$$

et de là se tire la formule de Maclaurin en remplaçant $f(x)$ par $\int f(x)dx$ et $F'(x)$ par $F(x)$ ou $\Sigma f(x)$. On obtient la forme dont a fait usage M. Malmsten en prenant la différence finie de chaque terme de l'équation précédente par rapport à x. Alors les deux derniers termes deviennent

$$B_{n-1}\frac{h^n}{1.2\ldots n}\Delta f^n(x) + \Delta_x R_n,$$

et se réduisent sans peine au coefficient de α dans l'expression

$$-\int_0^h \left[\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + h - z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}\right] D_x^{n+1} f(x+z)dz.$$

» Ainsi la fonction $\varphi(h-z)$ de M. Malmsten sera le coefficient de α dans l'intégrale $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + h - z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}$, et $\varphi(z)$ sera le coefficient de α dans $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}$, en supposant $n = 2m$.

» Soit Z_n le coefficient de α dans $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + z)^n}{1.2\ldots n}$; pour $z = 0$ et $z = h$, on a

$$Z_n = \frac{B_{n-1} h^n}{1.2\ldots n};$$

pour $z = \frac{1}{2} h$, Z_n sera le coefficient de α dans $\frac{1}{1.2\ldots n}\left(\frac{h}{2}\right)^n \Sigma(2\alpha + 1)^n$, ou dans $\frac{1}{1.2\ldots n}\left(\frac{h}{2}\right)^n [2\Sigma\alpha^n - \Sigma(2\alpha)^n]$, et partant

$$Z_n = -\frac{(2^n - 2) B_{n-1} h^n}{1.2\ldots n.2^n}.$$

On a de plus

$$\frac{dZ_n}{dz} = Z_{n+1},$$

et joignant à cela les relations $\varphi(z) = Z_{2m} - \frac{B_{2m-1} h^{2m}}{1.2\ldots 2m}$, $\frac{d\varphi(z)}{dz} Z_{2m+1}$, on déduit facilement du théorème de Fourier les propriétés de $\varphi(z)$, découvertes par M. Malmsten.

» Dans la même Note de 1855, j'indiquais un procédé analogue pour établir les autres *Analogies des différences et des intégrales avec les puissances.*

» Pour les formules d'interpolation, j'ai aussi employé des intégrales multiples semblables à celles dont vous avez fait usage. Dans les *Archives de Grunert*, t. XLIX, 3e cahier, j'ai donné la formule

$$\Delta^n f(x)$$
$$= hh_1\ldots h_{n-1} \int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 f^n(x + th + t_1 h_1 + \ldots + t_{n-1} h_{n-1})\, dt\, dt_2 \ldots dt_{n-1},$$

où $h, h_1, \ldots, h_{n-1}$ sont les accroissements successifs, égaux ou inégaux, de la variable x, et j'ai montré comment on pouvait en déduire une expression du reste de la formule particulière d'interpolation due à Newton. J'ai depuis continué ces recherches et j'ai exprimé par les intégrales multiples les *fonctions interpolaires,* introduites par Ampère et étudiées par Cauchy, à savoir les fonctions $f(a, b) = \frac{f(a) - f(b)}{a - b}$, $f(a, b, c) = \frac{f(a, b) - f(a, c)}{b - c}$, ... J'ai trouvé

$$f(a, b) = \int_0^1 f'[a + (b - a)t]\, dt,$$

$$f(a, b, c) = \int_0^1 \int_0^1 t f''[a + (b - a)t + (c - b)tu]\, dt\, du, \ldots;$$

en général, si l'on a n quantités $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et qu'on pose $a_2 - a_1 = h_1$,

$a_1 - a_2 = h_2, \ldots, a_n - a_{n-1} = h_{n-1}$, la fonction interpolaire de $n^{\text{ième}}$ ordre, $f(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, sera

$$\int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 t_1^{n-2} t_2^{n-3} \ldots t_{n-2}$$
$$\times f^{n-1}(a_1 + ht_1 + h_2 t_1 t_2 + \ldots + h_{n-1} t_1 t_2 \ldots t_{n-1}) dt_1 \, dt_2 \ldots dt_{n-1},$$

ou encore

$$\int\int \ldots \int f^{n-1}(a_1 t_1 + a_2 t_2 + \ldots + a_n t_n) dt_1 \, dt_2 \ldots dt_{n-1},$$

sous la condition $t_1 + t_2 + \ldots + t_n = 1$, $t_1, t_2, \ldots, t_n$ étant positives ou nulles. »

PHYSIQUE. — *Sur les téléphones Bell et les téléphones à ficelle.* Note de M. **Antoine Bréguet**, présentée par M. Jamin.

« Ayant voulu me rendre compte de l'influence que l'épaisseur de la plaque de fer doux pouvait exercer sur la réception des sons par le téléphone Bell, j'ai été conduit à essayer des plaques de plus en plus épaisses, et je me suis aperçu bientôt que leur épaisseur n'avait pour ainsi dire pas de limites; car je réussis à entendre les sons provenant d'un téléphone éloigné à travers des épaisseurs de fer de 15 centimètres et plus.

» Le téléphone transmetteur fonctionnait à la manière de l'avertisseur de M. Blondelot, c'est-à-dire que l'une des branches d'un diapason vibrait à proximité du pôle actif d'un téléphone Bell dont j'avais retiré la plaque. Mais j'avais disposé le diapason, à la Mercadier, de façon qu'il vibrât d'une manière continue sous l'influence d'un courant de pile, comme une sonnerie trembleuse.

» A ce propos, je signalerai cette disposition comme la plus propre à un réglage précis et rapide des téléphones Bell. Il n'est pas besoin, dans ce cas, de se mettre à deux pour effectuer ce réglage, et la note du diapason se renforce graduellement lorsqu'on approche l'aimant de la plaque, jusqu'au moment où, le contact le plus léger s'établissant, le son subit brusquement de profondes altérations, et cesse de se produire si le contact est rendu plus intime.

» Après avoir perçu nettement dans le récepteur la note émise à l'autre station, je superposai au fer du bois, du caoutchouc et en général des substances quelconques, sans cesser d'entendre la note. Ce n'est pas l'expérience de Page que l'on peut invoquer ici comme explication du phéno-

mène, car sans fer doux aucun son sensible n'est perçu; l'aimant et la bobine ne suffisent donc pas à lui donner naissance.

» Mais chaque changement d'état magnétique du barreau produit, dans une masse de fer voisine, un ébranlement magnétique qui se transforme en un ébranlement mécanique, et ce dernier se propage alors, par diffusion, dans toutes les substances faisant corps avec la masse de fer.

» J'ai pensé ensuite que, en vertu de l'égalité de l'action et de la réaction, on devait percevoir des sons par le barreau aimanté du téléphone, comme par la plaque de fer doux.

» Ainsi tous les points d'un téléphone, aussi bien le manche, les bornes de cuivre, la coquille, etc., que la plaque, peuvent servir à faire entendre des sons.

» Pour réaliser expérimentalement ce phénomène, j'ai employé le jouet d'enfant bien connu, appelé *téléphone à ficelle*. J'ai pris pour point d'attache de la ficelle un point quelconque du téléphone Bell, et j'ai pu correspondre facilement, en me servant du cornet à membrane de parchemin, avec une personne se servant d'un téléphone Bell.

» On conçoit ainsi qu'en reliant à des points quelconques d'un téléphone Bell un certain nombre de cornets à ficelle, un nombre égal de personnes pourra entendre, comme une seule personne pouvait le faire jusqu'ici, ce qui se dit dans l'appareil Bell transmetteur ou dans des cornets à ficelle qui soient solidaires avec lui.

» Afin de rendre le téléphone à ficelle plus pratique qu'il ne l'était, j'ai cherché à lui donner la possibilité de subir des supports, afin de soutenir de place en place une grande longueur de fil en ligne droite, et aussi afin de pouvoir faire tracer des angles au fil.

» J'ai atteint ce but avec facilité en fixant au centre d'une membrane de parchemin le sommet des angles formés par deux ou plusieurs ficelles. Le son porté par l'une d'elles se propage alors dans toutes les autres.

» Si l'on fait passer la ficelle à travers les centres des membranes, celles-ci serviront de supports pour les longues portées rectilignes; je crois m'être rencontré avec M. Lartigue pour cette dernière disposition.

» J'ai aussi employé de véritables relais pour atteindre au même but, en faisant aboutir les fils à des membranes qui fermaient les deux ouvertures d'un cylindre de laiton. Ce cylindre joue le rôle d'un tube acoustique ordinaire. Sa forme peut être quelconque : on peut donc ainsi réaliser également des supports, et franchir des angles ».

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la téléphonie.* Note de M. G. Salet, présentée par M. Wurtz.

« Le problème général de la téléphonie, c'est-à-dire de la transmission lointaine de la parole, semble d'abord se confondre avec celui-ci : rendre les mouvements d'une membrane solidaires de ceux d'une autre membrane située à une grande distance, de telle sorte qu'à tout déplacement de la première corresponde dans la seconde un déplacement proportionnel et dans le même sens. Si l'on attache les deux membranes par un fil inextensible, on rend les déplacements égaux, c'est la solution la plus parfaite des deux problèmes.

» Grâce à l'admirable instrument de M. Bell, on peut faire voir aujourd'hui que ces deux problèmes ne sont pas identiques. Ils n'ont pas le même degré de généralité. Le téléphone transmet fort bien la parole et, en général, les mouvements vibratoires analogues à ceux du pendule; mais la membrane recevante peut exécuter de tous autres mouvements que la membrane expéditrice. Si, par exemple, celle-ci reste immobile pendant un certain temps dans une *position quelconque,* la membrane recevante sera ramenée, pendant ce temps, à la *position d'équilibre,* la ligne n'étant alors traversée par aucun courant.

» Il m'a paru intéressant de construire un téléphone dans lequel les mouvements des deux membranes soient absolument solidaires, et pour cela j'ai mis à profit la grande résistance électrique des liquides. M. Bell avait déjà obtenu quelques résultats en attachant à la membrane vibrante un fil de platine communiquant avec une pile et plongeant, plus ou moins, dans de l'eau acidulée contenue dans un vase métallique relié lui-même, par la ligne, au téléphone receveur. J'ai substitué au fil de platine un petit levier d'aluminium portant une lame de platine; à une très-faible distance de celle-ci, s'en trouvait une seconde en relation avec la ligne. Les vibrations de la membrane, triplées ou quadruplées dans leur amplitude, ne sont pas altérées dans leur forme, grâce à la petitesse et à la légèreté du levier; elles déterminent, dans l'épaisseur de la couche liquide traversée par le courant, et, par suite, dans l'intensité de celui-ci, des variations, lesquelles en occasionnent de semblables dans la force attractive de l'électro-aimant récepteur. Sous son influence la membrane recevante exécute des mouvements solidaires de ceux de la membrane expéditrice. Le son transmis est très-net et,

résultat auquel on pouvait s'attendre, le timbre est parfaitement conservé. Les consonnes cependant n'ont pas tout le *mordant* de celles transmises par l'instrument de M. Bell : c'est un inconvénient qui apparaît surtout quand le levier est un peu lourd ; on pourrait facilement le faire disparaître. L'électrolyse produit en outre un bruissement continu qui ne nuit guère à la netteté du son.

» Comme dans ce système de téléphonie on ne demande pas à la voix de *produire*, mais seulement de *diriger*, le courant électrique engendré par une pile, on peut théoriquement augmenter à volonté l'intensité du son reçu. En réalité, j'ai pu faire rendre au récepteur des sons très-forts, et il semble que cet avantage compense largement la nécessité d'employer une pile et un appareil expéditeur assez délicat. Malheureusement la transmission ne peut se faire à des distances un peu considérables. Supposons qu'un certain déplacement de la membrane expéditrice détermine dans la résistance le même accroissement que 500 ou 600 mètres de fil. Si la ligne a 500 mètres, l'intensité du courant se trouvera réduite de moitié et la membrane recevante prendra une nouvelle position, notablement différente de la première ; mais, si la ligne a 500 kilomètres, l'intensité du courant ne sera modifiée que d'un millième ; il faudrait donc employer une pile énorme pour que cette variation se traduisît par un changement sensible dans la position de la membrane recevante. Tels sont les avantages et les inconvénients des téléphones, fondés sur la conductibilité des liquides, que j'ai étudiés depuis plus de six mois avec le bienveillant concours de M. Bréguet. »

PHYSIQUE. — *Sur l'ébullition des liquides superposés.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Berthelot.

« L'ébullition des liquides superposés non miscibles a été étudiée par Magnus en 1837, par M. Regnault en 1854, et par M. Is. Pierre en 1872. Elle présente diverses particularités, que M. Regnault a résumées en ces termes :

« Cette ébullition est toujours très-irrégulière, et le thermomètre, même lorsqu'il se trouve seulement dans la vapeur, éprouve de grandes variations, suivant la manière dont la chaleur est appliquée au fond de la chaudière et suivant l'énergie plus ou moins grande de l'ébullition. Ce n'est que sous certaines pressions, et quand l'ébullition est très-modérée, que l'on trouve que le thermomètre plongé dans la vapeur indique une température qui s'éloigne peu

de celle à laquelle la somme des forces élastiques des deux vapeurs isolées est égale à la pression de l'atmosphère qui s'oppose à l'ébullition ([1]). »

» En étudiant cette question dans ses détails, j'ai trouvé les conditions dans lesquelles il convient de se placer pour éviter les perturbations accidentelles du phénomène, pour reproduire à volonté et même exagérer le retard qu'il présente, et pour amener sûrement, sans le faire bouillir, le mélange à une température égale et même supérieure à la température normale d'ébullition du liquide le *moins volatil*. Il suffit, pour cela, de prendre les précautions qui assurent d'une manière générale le retard de l'ébullition, c'est-à-dire d'éliminer toutes les causes qui peuvent laisser dans le liquide des traces d'air ou de gaz suffisantes pour amorcer le phénomène. Grâce aux dispositions que j'ai indiquées dans un Mémoire antérieur ([2]), on peut, par exemple, chauffer dans un tube du sulfure de carbone couvert d'une couche d'eau distillée, jusqu'à la température de 100 degrés, sous la pression ordinaire de l'atmosphère, sans en provoquer l'ébullition. Si l'on ne réalise qu'incomplétement les conditions expérimentales du retard de l'ébullition, on observe toutes les irrégularités signalées par M. Regnault et qui s'expliquent aisément.

» Qu'arrivera-t-il, au contraire, si l'on se place dans des conditions telles que le retard de l'ébullition ne soit plus possible? C'est ce qu'il est facile de prévoir, en se laissant guider par les résultats acquis relativement au mécanisme de l'ébullition. Il résulte, en effet, des expériences mêmes de M. Regnault que, dans le vide, un mélange de deux liquides, sans action chimique l'un sur l'autre, émet des vapeurs dont la tension est presque rigoureusement égale à la somme des tensions maxima des deux vapeurs à la même température, et qu'il en est de même dans les gaz. Si donc on amène une petite bulle gazeuse à la surface de séparation de deux liquides superposés que l'on chauffe, cette bulle se saturera bientôt des vapeurs émises par les deux liquides, grossira et ne pourra rester en équilibre qu'autant que sa force élastique restera inférieure à la pression qu'elle supporte. Dès que la température ambiante se sera élevée, de manière que la somme des tensions maxima des deux vapeurs soit égale à la pression qui s'exerce sur la bulle, celle-ci devrait prendre un volume infini pour qu'il y eût équilibre : elle se dégagera donc, et, si l'on s'arrange de façon qu'il reste, après

---

([1]) *Relation des expériences sur les machines à feu*, t. II, p. 742.

([2]) *Recherches sur l'ébullition.* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 335.)

le dégagement, une amorce gazeuse à la surface de séparation des deux liquides, la production des bulles sera continue ; en d'autres termes, il y aura ébullition.

» Pour soumettre ces prévisions au contrôle de l'expérience, je me suis servi de tubes de verre, de 2 à 3 centimètres de diamètre, contenant les liquides superposés par couches de quelques centimètres et un thermomètre très-sensible qui en indiquait la température : ces tubes étaient chauffés par la grande masse d'eau d'un bain-marie, dont la température ne pouvait varier que très-lentement. Enfin, pour provoquer l'ébullition, j'ai fait usage d'une petite cloche à air obtenue en étranglant à la lampe un tube de verre à 1 ou 2 centimètres de son extrémité, et en usant obliquement le bord de la cloche, de manière que, amené à la surface de séparation des deux liquides, son orifice soit ouvert moitié dans l'un des liquides, moitié dans l'autre : je ne laisse dans cette cloche qu'une bulle d'air très-petite qui suffit à amorcer l'ébullition et à l'entretenir pendant un temps quelconque.

» J'ai reconnu ainsi que le mélange liquide entre en ébullition à une température qui ne diffère que d'une fraction de degré extrêmement petite de celle où la somme des tensions maxima des vapeurs des deux liquides est égale à la pression supportée. Du reste, aucune perturbation ne se rencontre dans la marche du phénomène. Je citerai, par exemple, quelques expériences faites sur les divers mélanges étudiés par M. Regnault.

Sulfure de carbone et eau :

Pression supportée	$765^{mm},35$
Température d'ébullition observée	$43^{o},68$
Somme des tensions maxima des deux vapeurs à cette température	$766^{mm},64$
Excès sur la pression supportée	$1^{mm},29$

Chlorure de carbone et eau :

Pression supportée	$745^{mm},45$
Température d'ébullition observée	$66^{o},17$
Somme des tensions maxima des deux vapeurs	$747^{mm},36$
Excès sur la pression supportée	$1^{mm},91$

Benzine et eau :

Pression supportée	$764^{mm},44$
Température d'ébullition observée	$69^{o},43$
Somme des tensions maxima des deux vapeurs	$765^{mm},92$
Excès sur la pression supportée	$1^{mm},48$

» Les écarts entre les températures observées et celles où les sommes des forces élastiques maxima des vapeurs seraient égales aux pressions supportées sont donc assez petites, pour qu'on puisse admettre que l'ébullition se produit exactement aux températures que l'on pourrait calculer d'après les Tables des forces élastiques.

» L'application de ce procédé d'observation conduit à une expérience intéressante. On prend une petite cloche à ébullition, on y introduit de l'eau qui doit rester adhérente à ses parois par capillarité, on achève de la remplir avec une bulle d'air voisine de son orifice, on l'immerge dans de la benzine ou du chlorure de carbone, et l'on chauffe au bain-marie : on observe que des bulles de vapeur se dégagent, rapidement et d'une manière continue, à des températures inférieures de plus de 10 degrés au point d'ébullition du liquide sous la même pression. Avec l'essence de térébenthine, le même phénomène se produit vers 95 degrés. L'explication de ce fait est des plus simples : la bulle d'air de la cloche se trouve entre deux couches d'eau et de liquide qui s'y vaporisent; si donc la température est telle que la somme des tensions maxima des vapeurs soit plus grande que la pression supportée, la bulle de vapeur se dégagera en partie, laissant sous la cloche une atmosphère dans laquelle le même phénomène se reproduit jusqu'à ce que l'eau retenue dans la cloche soit complétement vaporisée, ce qui demande un temps relativement considérable, surtout lorsque l'eau est en présence de liquides très-volatils.

» Les particularités signalées par M. Is. Pierre s'expliquent de même, sans difficulté. »

CHIMIE. — *Extraction du gallium.* Note de MM. **Lecoq de Boisbaudran** et **E. Jungfleisch**, présentée par M. Berthelot.

« La faible teneur des minéraux dans lesquels le gallium a été reconnu jusqu'ici rend la préparation de ce métal coûteuse et laborieuse. Nous nous sommes proposé de suivre un procédé permettant d'annexer cette préparation à celle d'un produit commercial, le sulfate de zinc par exemple, et dès lors d'opérer industriellement sur des masses importantes.

» Ce projet a pu être réalisé, grâce à l'appui de M. Léon Thomas qui a tenu à concourir, avec une généreuse libéralité, au succès d'une recherche de science pure. M. Thomas a bien voulu faire traiter, d'après nos indica-

tions, 4300 kilogrammes de blende de Bensberg (galerie Francizka), ce minerai étant le plus riche connu.

» Voici la marche que nous avons adoptée.

» 1° La blende pulvérisée est grillée dans l'une des travées d'un four Perret, maintenu suffisamment chaud par la combustion simultanée des pyrites dans les autres travées. Le gallium reste fixe, tandis que la majeure partie de l'indium paraît se volatiliser.

» 2° Le produit du grillage est traité par une quantité d'acide sulfurique suffisante pour dissoudre presque tout le zinc, en laissant cependant dans la masse assez de sous-sulfate de ce métal pour que la solution filtrée se trouble par l'eau froide. On obtient ainsi, d'une part, du sulfate de zinc commercial et, de l'autre, un résidu contenant le gallium.

» 3° Ce résidu est repris par l'acide sulfurique en excès. Après réduction du persel de fer par le zinc métallique, la liqueur filtrée est précipitée par le carbonate de soude, en fractionnant et en suivant au spectroscope la marche de l'opération. On reprend les précipités par l'acide sulfurique, puis on fait une seconde réduction par le zinc et un fractionnement par le carbonate de soude.

» A l'usine de Javel, tout le gallium des 4300 kilogrammes de blende fut ainsi concentré dans une matière pesant (encore humide) environ 100 kilogrammes. Ce produit nous fut remis par M. Thomas. A ce moment, en effet, le traitement cessait d'être industriel et pouvait être poursuivi dans un laboratoire [1].

» 4° Pour enlever le fer qui, par réoxydation, échappe en assez grande quantité aux purifications précédentes, on répète plusieurs fois les réductions par le zinc et les fractionnements par le carbonate de soude.

» 5° Les précipités gallifères sont repris par l'acide sulfurique; on évapore jusqu'à élimination du plus grand excès d'acide, et l'on fait bouillir avec beaucoup d'eau. Le filtre sépare un dépôt contenant de l'acide titanique.

» 6° Après avoir purifié, par l'hydrogène sulfuré, la liqueur très-acide et encore suffisamment chargée de zinc, on l'additionne d'acétate d'ammoniaque et on la traite de nouveau par le gaz sulfhydrique; il se précipite du sulfure de zinc, entraînant du gallium qui se trouve ainsi séparé de l'alumine. Les additions de sulfate de zinc, d'acétate d'ammoniaque et les

---

(1) Nous devons remercier ici MM. Lasne et Bénard, qui ont surveillé avec un grand soin les opérations exécutées à la manufacture de Javel.

courants d'acide sulfhydrique sont répétés, tant que le sulfure donne les raies du gallium.

» 7° La solution sulfurique des sulfures de zinc gallifères est fractionnée avec soin par le carbonate de soude. L'examen spectral aidant, on arrive à séparer assez exactement le zinc.

» 8° Après avoir repris par l'acide sulfurique, en proportion strictement nécessaire, on sépare encore, par l'hydrogène sulfuré, un peu de cadmium, de plomb, d'indium, de zinc, etc., puis on porte à l'ébullition la liqueur étendue de beaucoup d'eau. Par filtration à chaud, on recueille un volumineux sous-sel de gallium, qui est immédiatement lavé à l'eau bouillante, car, à froid, il se redissoudrait dans son eau mère.

» 9° Le sel basique est très-facilement attaqué par la potasse qui laisse, à l'état insoluble, du fer, de l'indium, etc. La liqueur alcaline, traitée par le gaz sulfhydrique, puis à peine acidulée par l'acide sulfurique, donne un dépôt principalement formé de sulfure d'indium [1].

» 10° Le liquide très-légèrement acide étant bouilli avec une grande quantité d'eau, le gallium repasse à l'état de sous-sel.

» 11° Le gallium est isolé par l'électrolyse de la solution potassique du sous-sel. Le dépôt métallique ne s'effectue avantageusement que dans des conditions spéciales. L'intensité du courant électrique, par exemple, doit varier suivant l'état de la liqueur, mais il faut toujours que la surface de l'électrode négative soit petite relativement à celle de l'électrode positive. Dans une de nos opérations, qui a produit 8 grammes de gallium en vingt-quatre heures, 40 éléments de Bunsen (18 centimètres de hauteur) disposés en huit séries parallèles, comprenant chacune 5 éléments en tension, actionnaient une électrode négative dont la double surface ne dépassait pas 15 centimètres carrés, tandis que l'électrode positive offrait un développement de 450 centimètres carrés environ.

» Le métal déposé à froid forme souvent de longues files de cristaux, simulant des aiguilles fixées normalement à l'électrode par une de leurs extrémités; quelques-unes ont atteint 3 centimètres. Au-dessus de 30 degrés, le métal coule en gouttelettes qui se réunissent au pied de l'électrode.

» En opérant ainsi qu'il vient d'être dit, nous avons recueilli 62 grammes de gallium brut. Si l'on tient compte des pertes inévitables et des quelques grammes de gallium qui restent encore dans nos divers produits, on peut

---

(1) Il est à remarquer que l'indium n'est qu'imparfaitement précipité par la potasse et par le sulfure de potassium.

évaluer la teneur de la blende de Bensberg à environ $\frac{1}{60000}$, soit à peu près 16 milligrammes par kilogramme. Cette faible proportion de matière extractible explique comment le présent travail a exigé un temps aussi considérable.

» Nous avons purifié le gallium brut en le filtrant au travers d'un linge serré, l'agitant à chaud avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique et le faisant cristalliser à plusieurs reprises. Ce métal nous a ensuite servi à préparer les cristaux, les lames et le gallium surfondu que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Le petit barreau a été coulé avec du métal non épuré.

» Dans une prochaine Communication, nous exposerons diverses observations faites au cours de notre travail. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage volumétrique de la potasse.* Note de M. A. Carnot, présentée par M. Boussingault.

« Le dosage de la potasse, dans un mélange complexe de sels, si délicat et si long par les procédés ordinairement usités, peut être fait en peu de temps et avec toute l'exactitude désirable par une méthode volumétrique, qui, je l'espère, pourra rendre d'assez grands services dans les laboratoires de chimie agricole ou industrielle.

» Cette méthode est une transformation de celle que j'ai fait connaître précédemment [1] et qui repose sur la précipitation dans l'alcool de l'hyposulfite double de potasse et de bismuth. Aucune des bases, qui se rencontrent habituellement avec la potasse, ne formant de composés insolubles dans les mêmes conditions, la séparation de l'alcali est obtenue ainsi du premier coup; il se trouve à l'état de sel cristallin jaune, de composition parfaitement définie :

$$Bi^2O^3, 3KO, 6S^2O^2.$$

» J'ai montré comment on pouvait en retirer la potasse et la peser sous forme de sulfate neutre, ou bien l'évaluer d'après le poids correspondant du bismuth.

» La nouvelle méthode que je propose consiste à déterminer, dans la dissolution aqueuse de ce même sel, la proportion d'acide hyposulfureux par l'emploi d'une liqueur titrée d'iode.

(1) *Comptes rendus*, 31 juillet et 7 août 1876, 25 juin et 30 juillet 1877.

» On sait, par les travaux de MM. Fordos et Gélis, que l'iode transforme l'hyposulfite de soude en tétrathionate, en passant lui-même à l'état d'iodure :

$$2(NaO, S^2O^2) + I = NaI + NaO, S^4O^5.$$

» En versant peu à peu une dissolution d'iode dans l'hyposulfite neutre de soude en présence d'empois d'amidon, celui-ci n'est coloré en bleu que quand la transformation est complétement achevée.

» Si l'on opère de même sur la dissolution neutre et froide d'hyposulfite de bismuth et de potasse, on remarque bientôt la formation d'un précipité d'un beau rouge, qui est un oxyiodure de bismuth. Cette réaction s'opposerait à la détermination volumétrique de l'acide hyposulfureux ; mais on peut l'empêcher en acidifiant la liqueur par l'acide chlorhydrique, qui ne produit, en peu de temps du moins, aucun effet de décomposition sur l'hyposulfite double.

» Versant alors avec précaution la liqueur titrée d'iode, on voit la dissolution, d'abord faiblement verdâtre, passer à une teinte d'un jaune d'or clair; vers la fin de l'opération, les gouttes d'iode produisent une teinte brunâtre, qui disparaît de moins en moins vite par l'agitation; enfin, quand la transformation de l'acide hyposulfureux est achevée, une seule goutte d'iode détermine un changement de couleur persistant; la dissolution passe subitement du jaune clair au brun sombre. Le phénomène est extrêmement net, soit à la clarté du jour, soit à la lumière artificielle.

» La lecture des divisions de la burette permet de fixer immédiatement le poids de la potasse; on voit, en effet, par les formules citées plus haut, que 2 équivalents d'acide hyposulfureux correspondent, d'une part, à 1 équivalent de potasse, de l'autre, à 1 équivalent d'iode; par conséquent, en poids, 127 d'iode (1 équivalent) répondent exactement à 47,11 (1 équivalent) de potasse.

» La liqueur titrée peut se préparer en dissolvant dans l'eau $\frac{1}{10}$ d'équivalent ou $12^{gr},7$ d'iode pur à l'aide de 18 grammes environ d'iodure de potassium et ajoutant de l'eau jusqu'à 1 litre. C'est la liqueur décime que recommande M. le professeur Mohr pour les laboratoires, où l'iode est employé à plusieurs sortes de dosages. Chaque centimètre cube de liqueur employée correspond alors à $4^{mg},711$ de potasse.

» Dans un laboratoire organisé pour faire couramment des essais de sels de potasse, on peut s'épargner tout calcul en préparant la liqueur titrée avec $26^{gr},96$ d'iode pur par litre, de telle façon que chaque centimètre cube réponde exactement à 1 centigramme de potasse. On peut très-exactement

lire les dixièmes et avoir ainsi une précision suffisante pour les applications ordinaires.

» Dans le cas où l'on aurait versé trop d'iode, on pourrait facilement revenir sur ses pas et faire disparaître la coloration brune, au moyen de quelques gouttes d'une dissolution titrée d'hyposulfite de soude exactement correspondante à celle d'iode, c'est-à-dire contenant, par litre, soit 24gr,80, soit 52gr,64 de sel cristallisé ($NaO, S^2O^2 + 5HO$).

» Je terminerai cette Note en résumant les opérations pratiques à effectuer pour un dosage de potasse. Je suppose qu'on ait préparé d'avance : 1° une dissolution d'hyposulfite de chaux, contenant, pour 1 litre, 200 grammes de sel cristallisé ($NaO, S^2O^2 + 6HO$); 2° une dissolution de chlorure de bismuth, en employant, également pour 1 litre, 100 grammes environ de sous-nitrate, une proportion seulement suffisante d'acide chlorhydrique e de l'alcool.

» On prend, pour chaque opération, 1 gramme du sel à essayer, ou du moins une quantité qui puisse contenir au plus 70 centigrammes de potasse, et l'on dissout dans une dizaine de centimètres cubes d'eau; ou bien on prélève la portion correspondante d'une dissolution faite sur une prise d'essai de 20 grammes, si la matière est peu homogène.

» Si le sel renferme beaucoup de sulfate, on ajoute du chlorure de calcium (1 gramme de ce sel dissous dans l'eau, ou autant de $CaOCO^2$ pur dissous par HCl, suffit amplement pour 1 gramme de sulfates, et on laisse pendant quelques minutes se former le précipité de sulfate de chaux.

» Dans la même fiole, on verse successivement 10 ou 20 centimètres cubes de la dissolution chlorhydrique de bismuth, suivant que la teneur présumée en potasse est inférieure ou supérieure à 30 centigrammes, puis un égal volume de celle d'hyposulfite de chaux et enfin de 100 à 150 centimètres cubes d'alcool concentré; on agite et on laisse en repos un quart d'heure.

» On reçoit sur un filtre le précipité d'hyposulfite double, mêlé ou non de sulfate de chaux, et l'on termine avec soin, à l'aide d'une pipette ou d'une fiole à jet, le lavage à l'alcool du précipité; car il ne faut y laisser aucune trace du réactif, d'ailleurs très-soluble dans l'alcool. Plaçant alors l'entonnoir au-dessus d'une fiole à fond plat et versant de l'eau froide avec une fiole à jet, on voit se dissoudre rapidement l'hyposulfite double. La portion de sulfate de chaux qui peut se dissoudre en même temps n'apporte aucune difficulté dans la suite des opérations. On ajoute à la dissolution un peu d'empois d'amidon très-clair et quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique, puis on verse la liqueur titrée d'iode, au moyen

d'une burette graduée de Gay-Lussac ou de Mohr, jusqu'à apparition de la teinte brun foncé; on lit le volume de la liqueur titrée, qui a été employé, et l'on en conclut immédiatement le poids de la potasse.

» En une heure ou deux, suivant l'habitude qu'on a de l'opération, on peut avoir terminé le dosage. Les opérations sont d'ailleurs assez simples pour qu'on puisse mener de front huit ou dix opérations de même nature.

» De nombreux essais, faits sur des mélanges de sels préparés à l'avance, sur des résidus d'évaporation d'eaux minérales, enfin sur des eaux mères des salines de la Méditerranée, très-chargées de chlorures et de sulfates de soude et de magnésie, m'ont permis de vérifier l'exactitude des résultats obtenus par cette méthode. »

CHIMIE. — *Dissociation de l'hydrate de chlore.* Note de M. ISAMBERT.

« On sait que le chlore s'unit à l'eau au-dessous de 8 degrés, pour produire un hydrate solide, dont Faraday a fait usage pour liquéfier le chlore d'une manière commode. Si l'on répète l'expérience de Faraday, en suivant attentivement la marche de l'opération, on voit que l'hydrate se décompose peu à peu à une température qui est bien supérieure à 8 degrés. D'un autre côté, il suffit de regarder un tube préparé pour la liquéfaction du chlore, pour voir que l'hydrate persiste souvent même en été. Une partie s'est décomposée, une autre a dû se dissoudre, la troisième reste intacte, formant dans le tube des cristaux plus ou moins volumineux.

» L'observation de ces faits m'a conduit à essayer de mesurer par des expériences directes la tension du chlore émise par son hydrate à diverses températures. Comme le produit de la dissociation est de l'eau liquide et un gaz, il est nécessaire, chaque fois que l'on veut faire une mesure, d'agiter le liquide un grand nombre de fois, lorsque la température à laquelle on se propose d'observer le phénomène est obtenue, pour arriver à une pression qui ne varie plus par une nouvelle agitation. Le liquide absorbe alors peu à peu le chlore pour reformer l'hydrate si la température s'abaisse; dans le cas contraire, une nouvelle quantité de chlore doit se dégager et l'agitation permet à l'équilibre de s'établir plus rapidement.

» J'ai pu me servir, comme liquide manométrique, du mercure, en prenant la simple précaution de placer au-dessus du mercure un index d'acide

sulfurique. Dans ces conditions, le mercure n'est pas notablement attaqué et le manomètre peut sans inconvénient fonctionner pendant plusieurs semaines.

» L'hydrate de chlore, préparé à l'avance et tenu en suspension par une quantité plus ou moins grande d'eau, est placé dans un ballon à densité, dont le col est relié par une bonne couche de mastic à un tube deux fois recourbé, dont la grande branche servant de tube manométrique a plus de 90 centimètres de hauteur. Au début, ce tube plongeant dans l'acide sulfurique, je chauffe l'hydrate de manière à dégager du chlore et à chasser complétement l'air contenu dans l'appareil; c'est seulement après cette opération que je fais plonger le tube dans le mercure. Dans le cours des expériences, il est facile de répéter la même opération, afin d'obtenir des mesures dans des conditions différentes.

» Je me suis servi aussi d'un matras d'essayeur, dont le col avait été étiré à la lampe et auquel était soudé latéralement un grand tube manométrique, dont chaque branche avait plus de 1 mètre de hauteur. L'hydrate de chlore étant introduit à l'aide d'un entonnoir effilé, je faisais passer dans tout l'appareil un courant prolongé de chlore, après avoir versé un peu d'acide sulfurique dans le manomètre. Il ne restait plus qu'à fermer la partie étirée du col du matras et à verser du mercure dans le manomètre pour avoir un appareil tout prêt à fonctionner.

» L'hydrate de chlore était plongé dans un vase plein d'eau, et pour le plus grand nombre des cas je me suis contenté de prendre les mesures des tensions aux températures que l'eau prenait soit par le refroidissement nocturne, soit dans la journée par l'élévation de température du laboratoire : j'ai pu, de la sorte, obtenir des températures qui ne variaient que très-lentement; en outre, grâce à la lenteur des variations et à l'agitation répétée au moment des mesures, je puis admettre que le mélange d'eau et d'hydrate avait sensiblement la température du bain dans lequel il était plongé.

» Des mesures que j'ai effectuées, il résulte que la tension du chlore émis par l'hydrate est constante à une même température. Ainsi, deux appareils de dimension et de capacité différentes, contenant des quantités très-différentes d'eau et d'hydrate, m'ont donné à 14°,5 une tension de 1400 millimètres; avec les mêmes appareils, j'ai observé des tensions de 947 et 952 millimètres à 11 degrés. Les tensions ne dépendent donc que de la température, et la décomposition de l'hydrate de chlore rentre dans les phénomènes de dissociation découverts et étudiés par M. H. Sainte-Claire Deville.

» On aura une idée de la marche de la décomposition par l'inspection des résultats suivants, que j'ai obtenus à l'aide des divers appareils que je viens de décrire.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
0	230	8,8	722
3,3	375	9,1	776
3,6	400	9,5	793
5	481	10,1	832
5,7	530	11	950
5,9	545	11,5	1015
6,6	571	11,7	1032
7,2	595	12,9	1245
7,6	644	14,5	1400
8	671		

» Il est bon de remarquer que jamais l'hydrate n'a été décomposé, ni même dissous complétement; si, dans les conditions ordinaires, il se détruit vers 9 degrés, c'est que, dans ce voisinage, la tension de dissociation est égale à la pression atmosphérique; mais il peut se produire sous une pression supérieure. Ainsi, dans les expériences à une température supérieure à 9 degrés, comme dans les autres, aussitôt que le refroidissement a lieu, on voit se reformer sur les parois du ballon l'hydrate solide, même à 13 ou 14 degrés. L'appareil de Faraday permet aussi de mettre en évidence cette stabilité de l'hydrate de chlore sous pression : en chauffant dans ce tube l'hydrate de chlore à 24 degrés, l'autre branche étant maintenue à 7 degrés, le chlore s'est liquéfié, une notable partie de l'hydrate n'étant pas encore détruite, et il a suffi d'un abaissement de température de 1 degré pour amener sur les parois du tube et à la surface de l'eau la production d'hydrate solide qui se formait ainsi à 23 degrés, mais sous une pression d'environ 4 atmosphères.

» Ces expériences justifient complétement l'explication que l'on donne des phénomènes particuliers que présente la solubilité du chlore dans l'eau. Au-dessous de 9 degrés, c'est uniquement l'hydrate qui se forme et se dissout dans l'eau; au-dessus de cette température, à la pression ordinaire, on a uniquement une dissolution d'un gaz dans l'eau. En outre, un courant d'air passant dans une dissolution de chlore au-dessous de 9 degrés suffit pour entraîner peu à peu tout le chlore, exactement comme si l'on avait une dissolution et non une combinaison.

» Si, d'après ces mesures, on trace la courbe qui représente les tensions

du chlore, on trouve que cette courbe est de même forme que celle des tensions de dissociation des chlorures ammoniacaux. Elle se rapproche beaucoup de celle du chlorure d'argent ammoniacal $3AzH^3AgCl$; les pressions allant en croissant un peu plus rapidement avec la température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzoyle sur la leucine* (¹). Note de M. A. **Destrem**, présentée par M. Berthelot.

« Je me propose d'étudier certains produits de substitution des acides amidés homologues du glycocolle. J'ai commencé cette étude sur la leucine, substance que l'on obtient facilement depuis les travaux de M. Schützenberger sur les matières albuminoïdes.

» Si l'on mélange dans un ballon de la leucine bien desséchée et du chlorure de benzoyle, la réaction se fait à 100 degrés, la masse devient fluide, en même temps qu'elle jaunit de l'acide chlorhydrique se dégage et il se forme à la surface de longues aiguilles d'acide benzoïque. La réaction est terminée lorsqu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique; on traite la masse par l'eau tiède qui dissout l'acide benzoïque formé.

» Il reste une masse jaune qui, traitée par l'alcool chaud, se dissout en partie, laissant un résidu insoluble dont je vais d'abord m'occuper.

I. — *Partie insoluble dans l'alcool.*

» Ce corps a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	gr.
Matière employée........	0,317
CO^2..................	0,691
H^2O..................	0,275
Matière employée........	0,377
Az.....................	35^{cc},2
Pression...............	765
Température............	8°

d'où la composition centésimale

	Trouvé.	Calculé.
C...........	59,42	59,01
H...........	9,62	9,83
Az..........	11,35	11,47
O...........	»	»

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger (Collége de France).

» Ce qui donne à ce corps la formule

$$C^{12}H^{24}Az^{2}O^{3},$$

c'est-à-dire 2 molécules de leucine soudées ensemble avec perte d'une molécule d'eau : ce corps est donc l'anhydride de l'acide amido-caproïque (leucine)

$$\left.\begin{matrix} C^{6}H^{12}AzO \\ C^{6}H^{12}AzO \end{matrix}\right| O.$$

» La réaction se passe comme il suit :

$$2(C^{6}H^{13}AzO^{2}) + C^{7}H^{5}O, Cl = C^{7}H^{5}O, OH + HCl + C^{12}H^{24}Az^{2}O^{3}.$$

» *Propriétés.* — Poudre blanche amorphe devenant gélatineuse après plusieurs lavages à l'alcool bouillant; difficilement dédoublée par l'eau en 2 molécules de leucine, même après une ébullition prolongée.

» La déshydratation partielle de la leucine et son retour à un composé $[2(C^{6}H^{13}AzO^{2}) - H^{2}O]$ pourra trouver son application dans la synthèse des matières azotées quaternaires de l'organisme qui, d'après les recherches de M. Schutzenberger, représentent des acides amidés moins de l'eau. Ce point sera ultérieurement étudié.

II. — *Partie soluble dans l'alcool.*

» Ce corps, qui s'obtient en plus grande quantité que le précédent, a donné à l'analyse :

	gr.
Matière employée........	0,278
CO^{2}....................	0,704
$H^{2}O$....................	0,179
Matière employée........	0,432
Az......................	$23^{cc},3$
Pression................	773
Température.............	1°

d'où la composition centésimale

	Trouvé.	Calculé.
C...........	69,06	69,02
H...........	7,14	7,08
Az..........	6,7	6,19
O...........	»	»

» Ce qui donne à ce corps la formule

$$C^{26}H^{32}Az^{2}O^{5}.$$

$$\left.\begin{matrix} C^{6}H^{11}(C^{7}H^{5}O)AzO \\ C^{6}H^{11}(C^{7}H^{5}O)AzO \end{matrix}\right| O,$$

c'est-à-dire l'anhydride de l'acide amidocaproïque où 2 atomes d'hydrogène ont été remplacés par deux fois le radical benzoyle.

» *Propriétés.* — Matière jaune amorphe très-soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau, fusible à 85 degrés, se décomposant dans l'eau à l'ébullition en acide benzoïque et en l'anhydride étudié plus haut. Ce corps chauffé sur une lame de platine se détruit en donnant de l'acide benzoïque et un résidu charbonneux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'identité de l'inosite musculaire et des sucres végétaux de même composition.* Note de MM. **Tanret** et **Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons, dans une Note du 26 février 1877, décrit une matière sucrée, cristallisée, retirée des feuilles de noyer, et ayant une composition identique à celle de l'inosite musculaire et du sucre que l'on extrait des haricots verts, cette composition étant représentée par la formule

$$C^{12}H^{12}O^{12}, 2H^2O^2.$$

» L'identité de la composition chimique, n'étant pas un caractère suffisant pour établir l'identité de deux sucres, vu les nombreux cas d'isomérie que l'on rencontre dans ce genre de corps, nous n'avons pu décider si le sucre des feuilles de noyer devait être regardé comme de l'inosite, ou seulement comme un isomère de ce corps, les données cristallines qui sont les plus importantes dans ces comparaisons nous faisant défaut.

» D'autre part, la différence entre les modes d'action de certains réactifs et surtout la différence de la densité trouvée par M. Cloetta pour l'inosite, soit 1,1154, et par nous pour le sucre de noyer, soit 1,54, autorisaient cette réserve.

» A l'époque où nous avons fait ces recherches, nous ignorions l'étude faite à Prague, quelques années auparavant, par M. Zépharovich [1], sur un sucre retiré par M. Gintl [2] des feuilles de frêne (*fraxinus excelsior*).

» M. Groth ayant comparé les mesures cristallographiques faites par M. Zépharovich sur le sucre des feuilles de frêne, avec nos mesures sur le sucre des feuilles de noyer [3], les a trouvées identiques, les cristaux des

---

[1] *Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften*, 58. Bd.

[2] Même volume.

[3] *Zeitschrift für Kristallographie*, erster Band, p. 406.

deux sucres présentant les mêmes faces, les mêmes plans de clivage et les mêmes angles.

» Voici les rapports d'axes qui résultent des deux déterminations :

	Sucre des feuilles de frêne.	Sucre des feuilles de noyer.
Rapport des axes : $a:b:c$......	1,0872 : 1 : 1,5602	1,0950 : 1 : 1,5500
Angles des deux axes a et c....	111°,39	111°,40

» Nous donnons plus bas la comparaison des divers angles.

» Cette comparaison identifie le sucre de noyer avec le sucre des feuilles de frêne. Nous nous sommes proposé de comparer le sucre retiré de ces deux sources avec l'inosite musculaire et le sucre extrait des haricots verts, que nous avons préparés à cet effet. L'inosite musculaire a été retirée de la viande de cheval. Or la comparaison de ces divers sucres ne laisse aucun doute sur leur identité. Voici les diverses mesures que nous avons faites, en y joignant les angles calculés d'après M. Zépharovich pour le sucre des feuilles de frêne.

	Sucre des feuilles de noyer.	Sucre des feuilles de frêne.	Sucre des haricots verts.	Inosite musculaire.
$m:m$.......	89°	89°24′	89°	88°50′
$m:g^1$.......	135°30′	»	135°30′	135°
$p:m$........	105°	105°2′	104°50′	»
$a^1:p$........	109°57′	109°26′	109°10′	»
$a^1:m$.......	121°34′	121°1′	121°	121°20′
$b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}} : g_1$...	110°14′	110°20′	»	109°40′
$b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}} : p$....	134°30′	134°	»	»

» Le sucre tiré des haricots verts ne présentait pas les faces $b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}$. Par contre, il présentait les faces h et l'angle ph^1, qui est le même que celui des deux axes a et c, a été trouvé égal à 111°,40; cette valeur est exactement égale à celle qui a été calculée pour l'angle de ces deux axes. Les cristaux du sucre retiré de la viande de cheval étaient trop imparfaits pour permettre de faire de nombreuses mesures, mais celles qui ont pu être effectuées identifient suffisamment ce sucre avec les trois autres.

» La densité de l'inosite des feuilles de noyer a été reprise sur des cristaux soigneusement choisis et séparés des portions déjà effleuries et a été trouvée à 15 degrés égale à 1,524. Celle de l'inosite de la viande a été trouvée égale à 1,535 à 8 degrés, et l'inosite des haricots verts a donné un résultat identique. Il y a donc eu probablement une erreur expérimentale

dans la détermination de M. Cloetta. L'inosite semble donc être un sucre très-répandu dans la nature. Rappelons que M. Marmé a constaté l'existence d'un sucre de même composition dans les pois, les lentilles vertes, l'acacia, le chou, la digitale, la pomme de terre (la plante), les asperges et dans deux cryptogames. Il est probable que les matières sucrées retirées de ces divers végétaux sont identiques à l'inosite, mais des recherches cristallographiques seraient nécessaires pour élucider complétement cette question.

» Le fait de la présence simultanée de l'inosite dans le règne végétal et dans le règne animal peut paraître digne d'intérêt. Il semble que sa production soit un de ces phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, que M. Cl. Bernard a si bien mis en évidence dans ses leçons, et, chose curieuse, chaque fois que l'inosite a été constatée, elle s'est montrée accompagnée d'un sucre réducteur. Elle est accompagnée par le glucose dans l'urine des inosuriques, et dans son extraction des haricots verts et des feuilles de noyer, nous l'avons toujours trouvée cristallisant au milieu d'une matière sucrée fermentescible et réduisant la liqueur de Fehling. Nous rappellerons à ce sujet que les physiologistes regardent, en général, l'inosite de la viande comme un produit résultant de la transformation de la matière glycogène; sa formation dans le règne végétal se fait probablement d'une façon analogue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'amylène.* Note de **M. A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« D'après les recherches de divers savants russes, l'amylène commercial contiendrait quatre isomères : deux solubles dans l'acide sulfurique étendu de $\frac{1}{2}$ volume d'eau, ce seraient l'éthylméthyléthylène et le triméthyléthylène; deux insolubles dans ce liquide : l'isopropyléthylène et l'amylène normal. Ces divers carbures isomériques se distingueraient par leur point d'ébullition. Il me semble que ce caractère est bien insuffisant dans le cas présent, car il est très-difficile d'obtenir de l'amylène passant à point fixe. Dans des limites assez étendues les auteurs sont rarement d'accord sur le point d'ébullition réel d'un même isomère.

» L'alcool amylique de fermentation est un mélange, en proportions variables, d'alcool amylique actif ou éthylméthyléthylique et d'alcool inactif ou isopropyléthylique :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH^2(OH) \quad \text{et} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH^2 - CH^2(OH).$$

» Ce point est aujourd'hui bien établi et il explique les différences que présente la constitution de l'amylène qui dérive d'un tel mélange.

» Voulant obtenir quelques kilogrammes d'amylène, j'ai modifié la réaction ordinaire, dans laquelle on fait digérer de l'alcool amylique avec du chlorure de zinc, de façon à éviter, autant que possible, la formation des polymères en soustrayant l'amylène déjà formé à l'action ultérieure du réactif et à n'obtenir qu'un carbure unique par un traitement instantané et violent.

» A cet effet on introduit environ 500 grammes de chlorure de zinc dans une spacieuse cornue tubulée en verre ou mieux en métal, telle qu'une bouteille à mercure disposée sur un bon fourneau à gaz.

» Quand le sel métallique est en pleine fusion on laisse tomber dessus un très-mince filet d'alcool amylique. Le produit se boursoufle un peu, surtout vers la fin de l'opération. Pour condenser les vapeurs qui sortent de l'appareil avec une grande vitesse, on doit employer un long réfrigérant à courant d'eau.

» Je décrirai les produits que m'a fournis cette réaction en employant les huiles venant directement des usines de rectification de flegmes de betterave et contenant, outre les deux alcools amyliques dont il vient d'être question, les alcools propylique et butylique en proportions beaucoup moindres. Après dessiccation du liquide condensé, à l'aide du carbonate de potasse, il est facile de séparer par distillation l'amylène qui représente environ le tiers du volume total. Ce carbure convenablement rectifié bout entre 35 et 38 degrés et ne contient pas traces d'hydrure.

» Il est complétement absorbé par le brome, ce dont je me suis assuré en préparant 500 grammes de bibromure d'amylène bouillant régulièrement et sans décomposition notable dans un vide partiel. Cette distillation m'a permis de constater, par l'absence de produits inférieurs, qu'il n'y avait pas de bibromures de butylène ou de propylène et, par conséquent, de carbures inférieurs à l'amylène. L'amylène obtenu dans ces conditions renferme, sauf trois ou quatre centièmes, de l'isopropyléthylène dérivé directement de l'alcool isopropyléthylique par simple déshydratation sans changement moléculaire.

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{matrix} CH - CH^2 - CH^2(OH)}_{\text{Alcool.}} - H^2O = \underbrace{\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{matrix} CH - CH = CH^2}_{\text{Amylène.}}.$$

» Cet hydrocarbure peut être facilement débarrassé de la faible quantité

d'amylène isomérique qu'il contient par une agitation de quelques minutes avec de l'acide sulfurique étendu au $\frac{1}{2}$ volume d'eau, dans lequel il est insoluble. N'ayant qu'une faible confiance dans le point d'ébullition du carbure même, je l'ai transformé en iodhydrate d'amylène par simple agitation à froid avec de l'acide iodhydrique saturé à zéro. Cet iodhydrate bout très-régulièrement à 125 degrés, soit 20 degrés au-dessous de son isomère l'iodure d'amyle ordinaire.

» Si, après avoir séparé l'amylène, on continue la rectification, on obtient une quantité relativement forte d'alcool *propylique* bouillant à 95-96 degrés, puis de l'alcool *butylique* bouillant à 108-109 degrés.

» Ces deux alcools contenus dans le mélange employé se sont en quelque sorte concentrés dans les produits de la réaction après y avoir échappé, grâce, sans doute, à leur volatilité plus grande par rapport à l'alcool amylique employé en quantité prépondérante.

» En poursuivant le fractionnement qui, d'ailleurs, n'offre pas de difficultés, on recueille une quantité considérable d'alcool éthylméthyléthylique bouillant entre 128 et 129 degrés. Cet alcool, soumis à une température élevée, a perdu son pouvoir rotatoire.

» Après le départ de l'alcool amylique, il reste une faible quantité de polymères de l'amylène, qui sont lavés à l'acide sulfurique étendu, puis distillés.

» On obtient ainsi du *diamylène* bouillant à 165 degrés et présentant une faible odeur camphrée. Il existe dans le résidu d'autres polymères que je n'ai pas essayé d'isoler et qui bouillent vers 230, 300 et 350 degrés.

» En résumé, quand on traite dans les conditions indiquées un mélange d'alcools de fermentation par le chlorure de zinc, il se produit :

» 1° Beaucoup d'amylène et peu de polymères.

» 2° L'alcool éthylméthyléthylique échappe à la réaction, et c'est l'alcool isopropyléthylique qui fournit de l'amylène.

» 3° Les alcools butylique et propylique dilués dans l'alcool amylique ne sont pas attaqués (1). »

---

(1) Le présent travail a été exécuté dans le laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur la maturation du raisin.* Note de MM. C. **Saint-Pierre** et L. **Magnien**, présentée par M. Pasteur.

« Dans un Mémoire comprenant de nombreuses expériences que nous aurons prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie, nous avons entrepris l'étude des transformations qui s'opèrent dans le raisin, et des échanges qui s'effectuent entre le fruit et l'atmosphère ambiante. De ces travaux, exécutés dans les laboratoires de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° Les raisins, à l'époque de leur maturation, dégagent de l'acide carbonique, soit à l'obscurité, soit à la lumière.

» 2° Ce dégagement a lieu aussi bien dans un gaz inerte que dans l'air.

» 3° La quantité d'acide carbonique produit est toujours supérieure à la quantité d'oxygène consommé, quand l'expérience a une durée suffisante.

» 4° Les raisins sont capables d'absorber ou de perdre de l'eau, lorsqu'on les maintient dans un milieu humide ou dans un milieu sec.

» 5° Quand la maturation s'avance, les acides diminuent, et le sucre augmente, au moins sur les cépages que nous avons étudiés.

» 6° Le mécanisme de la maturation est le suivant : les acides et le glucose se forment dans la plante et la séve les conduit au raisin. Les acides y sont brûlés, tandis que le sucre s'y concentre. Quand la maturation est très-avancée, le sucre est brûlé à son tour. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques produits volatils des mines de houille incendiées.* Extrait d'une Lettre de M. **Mayençon** à M. Boussingault.

« Lorsqu'on parcourt le bassin houiller de la Loire, assez fréquemment on rencontre des déblais de puits en exploitation d'où s'échappent, par une foule de points, de la fumée ou de la flamme, visible surtout pendant la nuit. Le même phénomène se montre dans certaines mines embrasées, et que le feu a fait abandonner. Dans ces endroits, le sol toujours chaud est parfois brûlant.

» Autour des fumerolles, apparaissent des efflorescences blanches, rouges, orangées, jaunes et noires; de plus, il se forme une croûte plus ou moins dure et épaisse. J'ai entrepris l'étude des produits qui composent ces efflorescences et cette croûte : ils sont nombreux et complexes; ils résul-

tent de l'action du feu sous-jacent et de l'air sur les éléments de la houille et des schistes environnants.

» Voici la liste des principaux corps que j'ai trouvés jusqu'ici :

I. — Efflorescences.

A. Efflorescences blanches.	Chlorhydrate., Bromhydrate., Iodhydrate . . } d'ammoniaque, en beaux cristaux. Acide arsénieux, souvent en octaèdres. Dans quelques-unes, je trouve de l'alumine et un peu de glucine, probablement à l'état de chlorures.
B. Efflorescences rouges. . .	Réalgar. . { fondu ou mamelonné. / cristallisé en prismes obliques.
C. Efflorescences orangées.	Mélange en proportions variables de : Chlorhydrate., Bromhydrate., Iodhydrate . . } d'ammoniaque. Faibles quatités d'alumine et de glucine (chlorures ou sulfates). Réalgar amorphe. Orpiment. Soufre octaédrique.
D. Efflorescences jaunes. . .	Les mêmes produits que pour C, moins le réalgar.
E. Efflorescences noires. . .	Insuffisamment étudiées. De l'arsenic natif, de l'arsénite d'ammoniaque. Du sulfoarséniure d'ammonium, des sulfates. Des sulfites et des hyposulfites.

II. — Croute.

Alun d'ammoniaque, alun de potasse.
Sulfate d'alumine, en grande quantité.
Sulfates de protoxyde et de sesquioxyde de fer.
Sulfate d'ammoniaque.
Chlorure., Bromure., Iodure . . } d'ammonium.
Composés arsénifères, arsenic cristallisé.
Galène sublimée, en cubes et en trémies.

» Les corps qui sont le plus abondants sont les composés ammoniacaux, l'arsenic, l'aluminium, le fer, le chlore et le soufre.

» J'ai commencé quelques essais sur les gaz émanant des houillères enflammées.

» Je vous adresse la suite des échantillons que j'ai recueillis. »

ZOOLOGIE. — *Sur les conditions de développement des Ligules.* Deuxième Note de M. G. **Duchamp**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une Note précédente, en date du 24 décembre 1877, j'ai montré par des expériences faites sur le pigeon domestique que l'espèce de l'individu nourricier de la *Ligula monogramma* Crepl., était parfaitement indifférente au développement complet de ce Cestoïde et que la condition principale de ce phénomène devait être le séjour dans le tube digestif d'un Vertébré à sang chaud.

» Continuant mes recherches dans le but de déterminer l'influence de la température, j'ai d'abord essayé de placer les Ligules des Tanches dans des milieux artificiels, bouillon, bouillies de viande et de poisson, renfermés dans une étuve réglée à 38-39 degrés. Une putréfaction trop rapide de ces substances fit périr les Ligules au bout de quelques heures, et bien que chez l'une d'entre elles j'aie cru reconnaître un début de développement des organes reproducteurs, il eût été téméraire de tirer une conclusion de cette tentative.

» La difficulté expérimentale à laquelle je me suis heurté ne me semble pas insurmontable, mais en attendant qu'une meilleure installation matérielle vînt me permettre d'écarter certaines autres causes d'insuccès, j'ai tenté de la tourner en employant un Vertébré à sang chaud comme étude naturelle.

» Le 12 février, sur un chien de taille moyenne, une boutonnière est pratiquée au côté gauche de l'abdomen, de façon à donner dans la cavité péritonéale.

» Préalablement un certain nombre de Ligules avaient été extraites de deux Tanches. Afin d'éviter l'introduction de matières putrescibles, telles que sang et sérosité purulente, et en même temps pour m'assurer de leur vitalité, j'avais pris la précaution de les laver dans de l'eau à 38 degrés où elles avaient présenté tous les phénomènes que j'ai précédemment décrits.

» J'en fis pénétrer *six*, moyennes et grandes, dont une fut coupée en deux segments, dans la cavité abdominale du chien, et les lèvres de la plaie furent rapprochées à l'aide de deux points de suture.

» L'animal reconduit au chenil est mis en observation pendant *quatre jours* sans présenter de symptômes de péritonite. Le 16 février, il est sacrifié ; la plaie est à peu près cicatrisée.

» En ouvrant l'abdomen, je trouve une première Ligule sur le grand épiploon à quelques centimètres du lieu d'introduction : les autres se sont beaucoup plus éloignées de ce point et ont gagné le côté opposé en s'engageant entre les feuillets péritonéaux, deux d'entre elles sont parvenues jusqu'à l'entrée du petit bassin. Je constate en même temps que jusqu'ici leur présence n'a pas causé grand désordre.

» Ces Ligules se sont très-effilées antérieurement et notablement allongées, tandis que leur largeur a diminué, phénomène que j'avais déjà observé après le séjour dans le tube intestinal des oiseaux et qui est ici peut-être encore plus sensible. Mais, fait autrement intéressant, les organes reproducteurs ont acquis tout leur développement et sont en pleine activité fonctionnelle, les cellules spermatiques gonflent les testicules et les œufs déjà formés s'entassent dans les matrices tubuleuses. Tous les individus sont à peu près arrivés au même degré, y compris celui qui avait été divisé en deux parties.

» Le résultat de cette expérience me paraît établir nettement que la température joue le rôle essentiel dans le développement des Ligules; ici, en effet, elles ont été placées dans un milieu qui sous tous les autres rapports ne diffère pas sensiblement de celui dans lequel elles vivent des mois et probablement des années sans jamais devenir aptes à la reproduction et quatre jours ont suffi, comme dans l'intestin des oiseaux, pour amener les organes génitaux à leur fonctionnement normal.

» De là, en se plaçant au point de vue physiologique, on voit apparaître une distinction capitale entre les Ligules et les Cestoïdes tétrabothridés dont un certain nombre, bien qu'habitant les muscles, les parenchymes et même les cavités séreuses (péritoine ou plèvre) des Mammifères n'y achèvent jamais leur cycle et y demeurent indéfiniment aux stades d'hydatide.

» Il serait certainement intéressant de savoir comment se comporteraient sous ce rapport d'autres Dibothridés, puisque c'est dans ce groupe que la *Ligula monogramma* a depuis longtemps été rangée.

» Un autre fait que je ne dois pas oublier non plus de signaler, c'est que ce parasite n'a pas besoin de son intégrité pour achever son évolution, l'individu que j'avais pris soin de diviser en deux tronçons s'étant comme les autres munis d'organes reproducteurs [1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Des sensations de lumière et de couleur, dans la vision directe et dans la vision indirecte.* Note de MM. **E. Landolt** et **A. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« On sait que les fibres du nerf optique s'épanouissent au fond de l'œil en formant par leurs terminaisons une membrane nerveuse de forme hémisphérique qu'on appelle la *rétine*. C'est sur elle que viennent se peindre, comme dans une chambre noire, les images des objets extérieurs, et c'est elle qui, subissant, sous l'influence de ces images, certaines modifications, est le point de départ des sensations lumineuses. Or, de ces images, l'œil n'utilise guère, pour la vision distincte, que celles qui se forment sur un point central de la rétine, qu'on appelle la *fovea centralis*, et qui correspond au point de fixation. Le reste est perçu plus ou moins vaguement. Il y a donc lieu de distinguer entre la vision directe et la vision indirecte, la première, de beaucoup plus nette, correspondant aux objets que nous regardons, et la seconde aux autres objets du champ visuel.

» Cette différence très-nette entre la vision directe et la vision indirecte tient-elle à une différence réelle de sensibilité des diverses parties de la rétine? Voilà la question que nous nous sommes proposé de résoudre, préparés à cela par la nombreuse série de travaux déjà faits par l'un de nous sur ce sujet (*voir* Landolt, *Ophthalmométrologie*, 1874). Nous avons employé une méthode dont le principe avait été indiqué par ce dernier et qui est celle dont on se sert en Physiologie expérimentale pour éprouver l'excitabilité des nerfs; cette méthode consiste à déterminer le minimum d'excitation qu'il est nécessaire d'appliquer à ces nerfs pour qu'ils réagissent. Or, la lumière est l'excitant normal du nerf optique, et la sensation lumineuse son mode spécial de réaction. Il s'agissait donc de déterminer pour le centre de la rétine et pour des points de plus en plus excentriques quel minimum de lumière il faut présenter à l'œil pour obtenir une sensation lumineuse. Mais l'œil perçoit non-seulement de la lumière, mais encore des couleurs. Aussi était-il nécessaire de répéter, pour les divers rayons monochromatiques, les mêmes expériences que pour la lumière blanche.

» Pour arriver à ces différents buts, nous avons utilisé un instrument très-simple imaginé par l'un de nous (*voir* Charpentier, *Société de Biologie*, 17 février 1877), et qui consiste essentiellement en une lentille convexe produisant sur un verre dépoli l'image d'un objet lumineux. En utilisant, à l'aide d'un diaphragme spécial, des étendues variables de la

lentille, on obtient des images toujours nettes, mais différemment éclairées, et l'on peut évaluer très-suffisamment leur éclairage relatif par l'étendue de lentille que l'on a employée pour les produire.

» L'objet lumineux consiste dans un autre verre dépoli d'une étendue déterminée, que l'on éclaire uniformément à l'aide du genre de lumiere, blanche ou colorée, dont on veut éprouver l'effet.

» L'expérience consiste à considérer dans l'obscurité l'image formée par cet objet sur notre premier écran, tandis que l'œil fixe successivement cette image elle-même et des points de plus en plus écartés d'elle; on détermine, pour chaque position du regard, quel est le minimum d'intensité lumineuse nécessaire à notre image pour produire une sensation de lumière ou de couleur.

» Telle est essentiellement la méthode que nous avons employée pour déterminer l'excitabilité des différentes parties de la rétine, et qui nous a donné les résultats suivants :

» En ce qui touche la sensibilité purement lumineuse des différents points de la rétine, nous dirons qu'il nous a fallu constamment, pour le centre et pour chacun de ces points, le même minimum de lumière blanche pour produire une sensation lumineuse. La sensibilité lumineuse est donc la même pour toute la rétine.

» Il en est autrement si, au lieu d'exciter la rétine avec de la lumière blanche, on l'excite avec de la lumière monochromatique. Alors on voit que, pour distinguer la couleur présentée à l'œil, il faut à cette couleur une intensité moins considérable pour le centre que pour le reste de la rétine, et que plus on s'éloigne du point de fixation, c'est-à-dire du centre, et plus la couleur doit être intense pour être reconnue.

» Mais, chose remarquable, avant que chaque couleur soit reconnue avec son ton véritable, elle paraît toujours passer par une série de phases dont la première se traduit par une *sensation purement lumineuse;* puis on hésite sur la qualité de la couleur présentée, jusqu'à ce que l'excitation ait atteint une certaine intensité pour laquelle on reconnaît cette couleur. Or, nous avons trouvé, dans toutes nos expériences, ce fait très-important, que, pour produire la sensation lumineuse primitive, il faut, pour le centre et pour tous les points du reste de la rétine, le même minimum de la couleur présentée.

» Cela semblerait prouver que la sensibilité chromatique est une fonction distincte, par son siége et par sa nature, de la sensibilité lumineuse. En effet, nous avons vu qu'une excitation lumineuse quelconque com-

mence toujours par produire une sensation lumineuse simple; que, pour obtenir une sensation de couleur, il faut toujours, au contraire, une excitation plus intense; que le minimum d'excitation nécessaire pour produire la sensation lumineuse est constant pour toute l'étendue de la rétine; que le minimum d'excitation nécessaire pour produire les sensations chromatiques est, au contraire, d'autant plus grand qu'on interroge une partie plus excentrique de la rétine.

» Ces faits s'expliqueraient si l'on admettait, comme l'un de nous a cherché à le montrer dans un travail précédent (*voir* CHARPENTIER, *De la vision avec les différentes parties de la rétine,* 1877), que les sensations de couleur sont, en grande partie, le résultat d'une élaboration spéciale, faite par les centres nerveux, des impressions que leur transmet la rétine, élaboration qui vient seulement après la sensation simple et primitive que produit toute excitation lumineuse. Pour les parties de la rétine que nous exerçons le plus, comme celle qui correspond au point de fixation, la phase intermédiaire qui existe entre la simple sensation lumineuse et l'élaboration chromatique consécutive est à peu près nulle, quoiqu'on puisse la déceler par certaines méthodes; moins la partie rétinienne mise en action a été exercée, ce qui est le cas pour les parties excentriques sur lesquelles nous attachons peu ordinairement notre attention, et plus l'élaboration chromatique est lente et difficile à se produire.

» Quant à l'imperfection énorme de la vision indirecte, nous avons prouvé précédemment qu'elle porte seulement sur la faculté de distinguer les formes, ce qui paraît tenir à la particularité anatomique suivante : le centre de la rétine reçoit, à étendue égale, une bien plus grande quantité de fibres nerveuses que les parties excentriques, et peut, par conséquent, transporter au cerveau beaucoup plus d'impressions distinctes [1]. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de l'île de la Réunion* (première Partie). Note de M. CH. VÉLAIN, présentée par M. Hébert.

« Le massif volcanique de l'île de la Réunion se divise naturellement en deux groupes dont l'un, plus récent, situé à l'est, s'appuie sur les assises du second, plus ancien, qui forme le revers occidental de l'île.

---

[1] La première série des expériences ci-dessus mentionnées a été faite à la clinique du Dr Landolt, notre seconde série a été faite au laboratoire d'ophthalmologie de l'École pratique des Hautes Études.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie un premier aperçu de la succession des laves qui constituent le massif récent.

» Toutes ont pour caractère commun une grande cristallinité, et se rattachent intimement par leur structure et leur composition minéralogique aux roches basaltiques; elles se composent essentiellement, en effet, de fer oxydulé ou titané, de péridot, d'augite et de plagioclase, et ces éléments réduits le plus souvent à l'état microlithique, c'est-à-dire très-développés dans un sens, rappellent, par leur enchevêtrement, la disposition des microlithes pyroxéniques qui se produisent dans les laitiers des hauts-fourneaux.

» La netteté absolue de ces cristaux m'a facilité leur étude optique basée sur les derniers résultats obtenus par M. Des Cloizeaux, pour la distinction des diverses espèces feldspathiques, ainsi que sur les travaux plus récents de M. Michel Lévy [1] qui sont venus apporter une si grande précision dans ce genre de recherches; en outre, j'ai tenu à contrôler, par une étude chimique, les déterminations ainsi obtenues, en appliquant alors les ingénieuses méthodes de séparation et d'attaque des minéraux dues à M. Fouqué, et je dois dire que ces deux procédés se sont toujours accordés de la façon la plus frappante.

» Dans les laves si complexes du *massif récent*, le feldspath triclinique joue le rôle d'élément distinctif; il varie suivant leur âge du plus acide (oligoclase) au plus basique (anorthite), et ce fait devient le trait le plus saillant de leur succession, qui se trouve être la suivante, en commençant par les plus anciennes.

» 1° *Laves basaltiques à oligoclase* (teneur en silice, 57,49 pour 100; densité, 2,73 à 2,83). — Ces laves, généralement massives et compactes, contiennent sous forme de cristaux en débris du fer oxydulé et du péridot, mais ce dernier toujours rare. Le magma qui s'est ensuite consolidé a donné naissance à des microlithes enchevêtrés d'augite et d'oligoclase.

» La roche s'est épanchée en grandes nappes probablement très-fluides, qui se sont fait jour à travers de larges fissures ouvertes dans les parties centrales de l'île, et ont formé des nappes épaisses et continues. L'absence de toute structure fluidale, leur épaisseur et la régularité de leurs surfaces qui ne ressemblent en rien à celle des coulées modernes, l'absence complète des scories ou de matériaux de projection entre les bancs contigus, leur tendance enfin à se décomposer en prismes sont autant de faits qui rendent cette opinion vraisemblable.

» Elles forment les assises inférieures du cratère Commerson dans les

hauts de la rivière des remparts, et se voient également à la partie inférieure des grands escarpements (les *Enclos*) qui précèdent le volcan.

» 2° *Laves basaltiques à labrador* (teneur en silice, 52,60 pour 100; densité, 2,89). — Elles renferment les mêmes éléments anciens que les précédentes, mais le péridot y devient plus abondant et se retrouve même dans les éléments de consolidation récente qui sont alors l'augite et le labrador; l'augite est de beaucoup celui qui domine.

» Ces laves forment le sous-sol de la région des plaines (plaine des Palmistes, plaine des Cafres); elles se présentent en coulées peu épaisses avec des surfaces d'étirement très-marquées.

» Il est intéressant de pouvoir signaler, entre ces deux sortes d'éruptions, quelques roches de passages contenant un mélange des deux espèces feldspathiques, oligoclase et labrador; ces laves surmontent directement les laves à oligoclase dans les parois du cratère Commerson, et forment également le haut des enclos.

» 3° *Laves basaltiques à anorthite* (teneur en silice, 48,98 pour 100; densité = 2,93 à 3,10). — Ces dernières renferment toujours les mêmes éléments anciens, mais le péridot y abonde au point de devenir parfois l'élément dominant. On le retrouve avec la même abondance parmi les éléments de consolidation récente qui sont ici l'augite et l'anorthite.

» Ces laves constituent le massif du volcan proprement dit, et sont encore rejetées actuellement par le cratère brûlant.

» Il existe également quelques types de transition entre ces laves et celles à *labrador*; ils sont fournis par les coulées anciennes du cratère Bory, qui se dresse à peu de distance du volcan actuel et qui paraît aujourd'hui éteint.

» Les divers produits qui se sont ainsi successivement épanchés pour édifier le massif récent de la Réunion sont devenus de plus en plus basiques; il est remarquable que cette transformation se soit produite sans sauts brusques, par gradations insensibles, et que l'apparition de l'anorthite coïncide avec l'abondance d'un péridot de consolidation récente, tandis que les roches, plus acides de la série (laves à oligoclase) s'appauvrissent même en péridot ancien.

» Dans l'appareil volcanique actuel, des faits de même ordre se produisent à chaque éruption; une disposition particulièrement favorable permet en effet de reconnaître que, dans l'intérieur de la cheminée volcanique pendant l'ascension même de la lave, les minéraux se séparent par ordre de densité; les plus basiques, qui sont en même temps les plus ferrugineux et

les plus denses, gagnent le fond, tandis que la silice et les silicates plus acides sont entraînés vers les parties supérieures. C'est ainsi que, sous l'influence de l'énorme pression exercée par la colonne de matières fondues, à chaque recrudescence d'activité, les flancs de la montagne s'entr'ouvrent et laissent échapper des laves très-basiques et très-denses (silice, 48,98 pour 100; densité, 2,97), surchargées en péridot, tandis que des coulées vitreuses plus acides (silice, 56,20 pour 100; densité, 2,44), dans lesquelles on ne rencontre que des microlithes d'anorthite et de pyroxène, se déversent par l'orifice même du cratère et jouent le rôle d'écumes par rapport aux précédentes. »

« M. **Hébert** fait remarquer que, jusqu'à présent, aucune liaison géologique n'avait été signalée entre les différentes roches volcaniques de l'île de la Réunion. Ces roches n'étaient connues que par des analyses chimiques en bloc, sans déterminations précises. On remarque ces lacunes, même dans d'importants travaux tout récemment publiés.

» L'observation exacte des relations statigraphiques des laves et la détermination rigoureuse des éléments feldspathiques qui les caractérisent ont permis à M. Vélain d'arriver à des résultats de la plus haute importance pour l'histoire générale des volcans, résultats qui viennent confirmer des vues théoriques précédemment émises.

» M. Fouqué a déjà signalé, à Santorin, une succession analogue dans les phénomènes volcaniques. Il est probable qu'il y a là une grande loi naturelle. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Origine et répartition du calcaire dans les sables maritimes*. Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. Duchartre.

« Le calcaire des sables maritimes, provenant presque toujours de menus débris de coquilles, abonde principalement le long des plages où échouent et s'accumulent les innombrables épaves des mollusques testacés, qui forment quelquefois plus des $\frac{4}{5}$ de la masse totale. Mais, dès qu'on s'éloigne du rivage, la proportion du calcaire diminue rapidement, surtout quand le sable, fixé par la végétation, ne peut plus incessamment se renouveler : alors le carbonate de chaux disparaît à la longue, dissous et entraîné par les eaux pluviales toujours chargées d'un peu d'acide carbonique. Au contraire, lorsque le sable mouvant se montre tout à fait à nu, la teneur en calcaire semble augmenter à mesure qu'on s'éloigne du

rivage, surtout quand le sable est très-fin et le littoral peu coquillier. C'est ce que j'ai pu récemment constater dans la région des grandes dunes de l'ouest, entre la Seudre et la Gironde. Il ne s'agit, d'ailleurs, que de la couche superficielle du sol.

» Quatre échantillons de sable recueillis à la Pointe de la Coubre (Charente-Inférieure), à des distances de plus en plus grandes du rivage, et en marchant directement vers l'intérieur du pays, ont donné :

» 1° *Bord de la mer :* carbonate de chaux, sur 100 parties, 1,91;

» 2° *Sommet de la ligne des dunes littorales entre le Sémaphore et le rivage, à 150 mètres environ de la mer :* carbonate de chaux, 3,32;

» 3° *Au milieu de Pins rares et chétifs entre le Sémaphore et la maison forestière, à 300 mètres de la mer :* carbonate de chaux, 3,37;

» 4° *Sous les grands et beaux Pins qui avoisinent la maison forestière, à un peu moins de 1 kilomètre de la mer :* carbonate de chaux, 2,72.

» D'un autre côté, des échantillons provenant de la grande dune de la Brisquette, située dans la même région, à 3 kilomètres du rivage, et qui domine un véritable désert de montagnes de sable absolument nues, ont donné :

Au pied de la dune (côté de la mer), carbonate de chaux.............	4,14
Au sommet de la dune (altitude : 52 mètres), carbonate de chaux.......	5,00
» » (autre échantillon), carbonate de chaux........	5,78

» Quoique les vastes plages, très-basses et très-meubles, qui bordent le littoral, soient également inhospitalières aux mollusques et aux navires sur toute leur étendue, il n'est pas impossible que le contraste entre la Brisquette et la Coubre ne provienne en partie de ce que la dune a été alimentée par une côte plus riche en coquillages. Je suis néanmoins porté à attribuer la cause principale de cette inégalité dans la répartition du calcaire, à l'action des vents, qui opèrent une sorte de triage, ou plutôt de vanage, ayant pour résultat d'entraîner plus haut et plus loin les débris de coquilles spécifiquement un peu plus légers que les parcelles purement minérales. Il y a, en effet, plus de chaux au sommet de la Brisquette qu'à son pied; il y en a plus à la Brisquette qu'à la Coubre; il y en a plus dans les dunes littorales de la Coubre, et les monticules à peu près nus qui leur succèdent, qu'à la plage même. Cette tendance du calcaire à émerger à la surface se remarque aisément dans les sables mouvants, où les rides formées par le vent abritent quelquefois de petites traînées de débris testacés provenant de mollusques marins, et nullement des gastéropodes terrestres,

qui pullulent, il est vrai, dans les sables envahis par la végétation, mais qui font absolument défaut dans les sables nus. Les vents n'opèrent d'ailleurs qu'un triage extrêmement grossier, et jamais des échantillons, pris à quelques pas les uns des autres, ne donnent à l'analyse des résultats parfaitement concordants.

» J'ai dit que la teneur en calcaire diminue à partir du rivage, quand les sables se trouvent complétement fixés par la végétation. Les chiffres ci-dessus montrent, en effet, qu'à la Pointe de la Coubre la diminution se manifeste dès qu'on pénètre sous le couvert des Pins. Dans d'autres lieux elle est encore plus marquée. Ainsi, deux échantillons de sable recueillis vers le milieu de la belle *conche* de Pontaillac, près de Royan, m'ont donné, l'un 6,96 et l'autre 7,00 de carbonate de chaux; à 600 mètres environ, dans le bois de Pins au delà des chalets, je n'en ai plus trouvé que 3,47. Or, le sable de la forêt ne peut provenir que de la *conche*; et il y a identité physique complète entre les deux sables, dont les grains sont plutôt anguleux qu'arrondis, tandis qu'à la Pointe de la Coubre et à la Brisquette, les grains sont roulés et ressemblent à des galets minuscules. Le sable de Pontaillac renferme, en outre, beaucoup plus de mica.

» On a prétendu qu'une partie de la chaux des sables maritimes provient directement du carbonate en dissolution dans les eaux de la mer. Cela ne me semble point impossible, et je n'ai aucune intention de révoquer en doute les exemples qui ont été cités. Mais je dois affirmer que le calcaire des sables dont j'ai fait l'analyse a son origine dans les débris coquilliers. Sous le microscope, en effet, quand on laisse arriver peu à peu l'eau acidulée sur le porte-objet, il est absolument impossible de constater l'effervescence, même la plus passagère, autour des grains insolubles qui forment la presque totalité du sable, et qui sont du quartz vitreux, du silex jaune et brun, de la lydienne noire, du fer magnétique, plus rarement du mica. Toute l'effervescence provient des fragments de coquilles autour desquels les bulles se dégagent tumultueusement au premier contact de l'acide, et qui se dissolvent sans résidu, sauf de rares parcelles de couleur presque noire, qui laissent après elles une sorte de nuage brun et quelques granulations ou filaments de nature organique.

» Au point de vue du boisement des dunes, l'étude des sables est du plus haut intérêt. L'essence qui réussit le mieux dans le sud-ouest, et que toutes les convenances semblent recommander, c'est certainement le Pin maritime. Mais il ne donne des produits rémunérateurs que dans les sols presque totalement privés de calcaire, la chaux exerçant sur lui une influence nuisible,

ainsi que l'ont démontré MM. Fliche et Grandeau [1]. Il appartient donc à la catégorie des végétaux calcifuges. Le Pin maritime a d'ailleurs à lutter contre le terrible vent de la mer, qui déprime, dessèche et noircit toutes les lisières des plantations : motif de plus pour ne pas le mettre aux prises avec un sol ingrat. Cet arbre ne réussit que dans les lieux où prospèrent l'Ajonc et le Genêt à balais; d'où l'on peut conclure qu'il devienti mpropre à la culture dès que le calcaire représente une quantité de chaux caustique dépassant 0,03 ou 0,04. On aurait alors avantage à le remplacer par une autre essence indifférente à la nature du milieu; peut-être le Pin silvestre, qui forme de magnifiques futaies dans le sable pur de la Baltique, en Courlande et ailleurs. Mais c'est aux forestiers qu'il appartient de prononcer en dernier ressort. Je veux seulement établir que les tentatives de reboisement doivent toujours être dirigées par une analyse chimique du sol, ou tout au moins par des essais à l'acide chlorhydrique, l'activité de l'effervescence indiquant suffisamment la teneur approximative en calcaire. Ces essais sont absolument indispensables, quand on veut repeupler les sables maritimes, dont la composition chimique varie d'une manière si extraordinaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Différences barométriques entre stations voisines suivant la direction du vent.* Note de M. E. **Renou** (2e Note), présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans une précédente Note [2], j'ai fait voir comment les différences des hauteurs barométriques, au parc de Saint-Maur et à l'Observatoire de Paris, varient suivant la température. Elles varient aussi suivant la direction du vent; les premières de ces variations sont proportionnelles à la distance verticale des deux stations, les secondes à leur distance horizontale.

» Les chiffres que j'ai utilisés se rapportent à la même période du 1er juillet 1873 au 31 décembre 1877; mais ils sont moins nombreux, parce que je les ai rapprochés de la direction du vent observée au Parc pendant le jour. Voici les résultats moyens pour les quatre ans et demi :

DIFFÉRENCES BAROMÉTRIQUES ENTRE LE PARC DE SAINT-MAUR ET L'OBSERVATOIRE DE PARIS, SUIVANT LES DIFFÉRENTS VENTS.

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,86	1,84	1,87	1,89	1,94	1,95	1,99	2,04	2,03	2,05	1,99	1,95	1,92	1,89	1,86	1,86

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, 1873.

(2) *Comptes rendus*, p. 358 du précédent volume.

» Ce tableau et surtout la courbe ci-jointe, montrent que les plus grandes différences ont lieu par les vents du nord et du sud, les différences moyennes par les vents d'est et d'ouest.

» La loi qui préside à ces variations n'est autre que celle des cyclones, indiquée pour la première fois, en 1801, par le colonel anglais Capper, remise en lumière plus de vingt ans après par Redfield, de New-York, puis par Piddington et devenue vulgaire depuis une vingtaine d'années.

» Il est remarquable que cette loi se manifeste aussi bien dans un espace de quelques kilomètres que sur l'Europe entière, à la condition seulement que les observations soient très-précises.

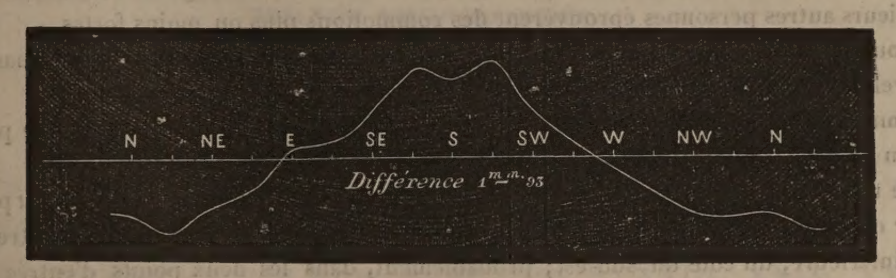
» Kämtz, qui en 1840 s'est occupé le premier, je crois, de la variation des différences barométriques de deux observatoires suivant les différents vents a trouvé, en comparant les observations simultanées de Berlin, Paris et Zurich, que la plus grande différence a lieu quand le vent souffle perpendiculairement à la ligne qui joint les deux stations et la moyenne quand le vent suit cette même ligne. Il en concluait seulement que ces faits se rattachaient à de grandes lois qu'on ne pouvait découvrir que par la comparaison d'un grand nombre d'observations simultanées et suffisamment distantes. Il ignorait à cette époque la loi de Capper.

» Dans la situation particulière des observatoires de Paris et du Parc, les effets du vent et de la température tendent à se compenser, surtout en hiver; le vent du sud, par exemple, correspondant aux plus grandes différences que l'excès de température tend au contraire à diminuer. Un effet tout à fait analogue a lieu avec les vents froids du nord-est; mais, lorsqu'un mois de juillet, par exemple, est très-chaud avec des vents dominants du nord-est, comme en 1859, on doit avoir les plus petites différences possibles entre les deux stations.

» Les minima extrêmes de la pression atmosphérique ayant toujours lieu par des vents de sud ou de sud-ouest, souvent violents dans ce cas, la différence des deux stations est au maximum; le baromètre descendra donc moins au Parc qu'à Paris, ce qui concorde avec le fait connu que les grands abaissements barométriques sont beaucoup moins prononcés à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Ces grands abaissements uniquement dus à des différences de température sont les plus grands possible sur les contours ouest, nord et est du gulfstream.

» On est étonné quand on considère quelle faible différence de pression suffit pour mettre l'atmosphère en mouvement. Dans notre tableau les différences par les vents de sud-sud-ouest, dépassent la moyenne normale de $0^{mm},12$, ce qui fait $0^{mm},01$ par kilomètre. Isolément on trouve des dif-

férences plus grandes, mais qui dépassent rarement $0^{mm},03$ ou $0^{mm},04$ par kilomètre. Or sur une plus grande échelle, embrassant par exemple la France et l'Angleterre, on trouve des nombres semblables. Un décroissement de $0^{mm},03$ par kilomètre est très-fréquent dans nos plus grandes tempêtes. Réduisant ces $0^{mm},03$ en une couche d'air, 10500 fois plus légère, nous trouverons que le courant aérien se meut alors sous l'influence d'une pente de 0,0003, absolument comme nos grands fleuves. Accidentellement, on peut rencontrer des différences plus considérables qui n'ont pour ainsi dire pas de limites. Aussi, pendant l'ouragan qui sévit aux environs de Rouen, le 19 août 1845, alors que Preisser voyait son baromètre descendre de 17 millimètres de midi à 1 heure, on aurait très-probablement trouvé des différences de plusieurs millimètres par kilomètre.



Différences suivant les vents

» La marche des différences barométriques entre le Parc et Paris suivant les différents vents ne s'écarte pas beaucoup d'une sinusoïde, et, en appelant D cette différence exprimée en millimètres, on a à peu près, $D = 1,93 - 0,1 \cos V$, V étant l'angle de la girouette avec le méridien du côté du nord. Mais la courbe réelle présente des inflexions qu'une plus longue série, je le crois, ne ferait pas disparaître. Le même travail avait été fait, il y a dix-huit mois, pour trois années dont le résultat était sensiblement le même. Je suis porté à reconnaître dans ces inégalités de la courbe une loi que j'ai aperçue déjà en calculant les hauteurs du baromètre par les différents vents; les résultats, traduits en courbes, montrent des ondulations qui sont tout à fait en rapport avec les distances du lieu d'observation à la mer, suivant les différents azimuts. Dans la courbe représentée ici, l'influence de la mer se manifeste dans le méridien : d'une part, la Méditerranée, de l'autre, la mer du Nord agissent pour diminuer l'amplitude de la courbe : c'est l'effet que la mer exerce sur tous les phénomènes météorologiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le coup de foudre qui a déterminé l'incendie du clocher de Toucy (Yonne), le 25 janvier 1878.* Note de M. L. **Roché**.

« Le 25 janvier 1878, à $1^h 30^m$ de l'après-midi, le vent soufflait du nord-ouest; un nuage épais, placé à une faible hauteur, vint à éclater, couvrant la terre de gros grêlons. Quelques minutes après, on entendit un coup de tonnerre, *un seul*, sec et prolongé, et, en même temps, la croix qui surmontait le clocher fut entourée comme d'un météore lumineux. Des personnes placées dans des maisons voisines de l'église virent sortir, de la base du clocher, deux boules de feu d'un diamètre de $0^m,30$ à $0^m,40$, distantes l'une de l'autre de $0^m,50$ environ, qui roulèrent avec une grande vitesse sur les marches de l'édifice, et ne tardèrent pas à se perdre, sans qu'on sût comment, après un trajet d'une vingtaine de mètres.

» Une femme, placée dans une chambre, à 15 mètres du clocher, fut portée à l'extrémité de cette chambre; un jeune homme qui passait dans le voisinage fut renversé à terre, et plusieurs autres personnes éprouvèrent des commotions plus ou moins fortes.

» Tous les témoins s'accordent à dire que l'on n'a vu aucun zigzag, mais une masse de feu enveloppant le sommet du clocher.

» Immédiatement après le coup de tonnerre, la grêle cessa, et fut remplacée par un ouragan de neige qui tomba en abondance pendant un quart d'heure.

» Ce n'est que quand cette tempête eut cessé, que l'on s'aperçut que le feu avait pris au clocher en deux points : l'un à la partie supérieure, du côté du nord-ouest; l'autre à la partie inférieure, du côté du sud-est; probablement, dans les deux points d'entrée et de sortie du fluide électrique.

» Toucy est situé sur les rives de l'Ouanne, petite rivière qui coule dans la direction du nord-ouest, au milieu d'un étroit vallon. La ville est abritée des vents du nord, du sud et de l'ouest par de hautes collines; aussi les orages, y sont-ils très-rares et passent-ils presque toujours à droite et à gauche, se divisant souvent et n'effleurant que très-légèrement la ville. La grêle n'y tombe qu'exceptionnellement; la foudre, pour ainsi dire, jamais.

» Toutefois, le 8 janvier 1873, dans des circonstances météorologiques absolument semblables, par un vent du nord-ouest, le tonnerre tomba sur une maison voisine de l'église, n'occasionnant que des dégâts insignifiants.

» L'église, construite sur les ruines d'un château-fort, occupe un mamelon qui domine la vallée. Son clocher, aujourd'hui complétement brûlé, haute flèche de charpente de 32 mètres, recouverte d'ardoises et légèrement inclinée, avait été construit au XVIe siècle, sur une tour romane octogonale dont le couronnement était placé lui-même à plus de 30 mètres du sol.

» On comprend que, dans la panique qui a suivi la nouvelle de l'incendie, personne n'ait songé à consulter le baromètre.

» Au moment de la chute du tonnerre, le bureau télégraphique, situé à 150 mètres de l'église, était fermé; à son retour, l'employé n'a rien constaté d'anormal dans ses appareils. »

M. L. **Hugo** adresse une Note sur le nombre des granulations de la surface du Soleil.

M. **J. Deschamps** adresse une Note relative à l'utilisation des marées, comme force motrice.

M. **J. Deschamps** adresse une Note relative à un nouveau système télégraphique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1878.

Recherches expérimentales sur les maxima électro-magnétiques; par M. Th. du Moncel. Paris, Gauthier-Villars, 1877; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, t. XXIII, XXIV, XXV. Bruxelles, F. Hayez, 1874-1877; 3 vol. in-4°.

Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles, 1833-1872 (supplément); *par* Ern. Quételet. Bruxelles, F. Hayez, 1876; in-4°.

Quelques nombres caractéristiques relatifs à la température de Bruxelles. Note de M. Ern. Quételet. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Quelques remarques à propos de l'hiver de 1876-1877. *Périodicité des hivers doux et des hivers chauds; par* M. A. Lancaster. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

La comète de Coggia, observée à Bruxelles; Note, par M. Quételet. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Aérographie ou étude comparative des observations faites sur l'aspect physique de la planète Mars; par M. F. Terby. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Note sur la température de l'hiver 1874-1875; *par* M. E. Quételet. Sans lieu ni date; opusc. in-8°.

De l'application du rhé-électromètre aux paratonnerres des télégraphes; par M. Melsens. Bruxelles, F. Hayez, 1877; opusc. in-8°.

(Toutes ces brochures sont extraites des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Notices extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1875 *et pour* 1876. Bruxelles, impr. Hayez, 1875-1876; 2 vol. in-18.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1877. Bruxelles, impr. Hayez, 1876; in-18.

Essai sur la vie et les Ouvrages de L.-A.-J. Quételet; par Ed. Mailly. Bruxelles, F. Hayez, 1875; in-18 relié.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; t. XX (2e série t. X). Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1876-1877; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; nos 32 à 45, du 1er au 14 février 1878; in-4° autographié.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1878, janvier. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Étude de la quadrature du cercle; par l'abbé Lagay. Lyon, impr. Albert, sans date; opusc. in-8°.

Les causes des phénomènes glaciaires et torrides. Justification; par J. Péroche. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° (2 exemplaires).

Précis d'Histologie; par H. Frey, traduit de l'allemand par P. Spillmann et Sesselmann. Paris, F. Savy, 1878; in-18.

Recherches expérimentales sur le mouvement simultané d'un pendule et de ses supports; par E. Plantamour. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1878; in-4° (2 exemplaires).

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles; t. XI, liv. 4 et 5; t. XII, liv. 1 à 5. Harlem, les héritiers Loosjes, 1876-1877; 7 liv. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 février 1878.)

Page 392, ligne 12, *au lieu de* loin de se suivre, *lisez* loin de se nuire.